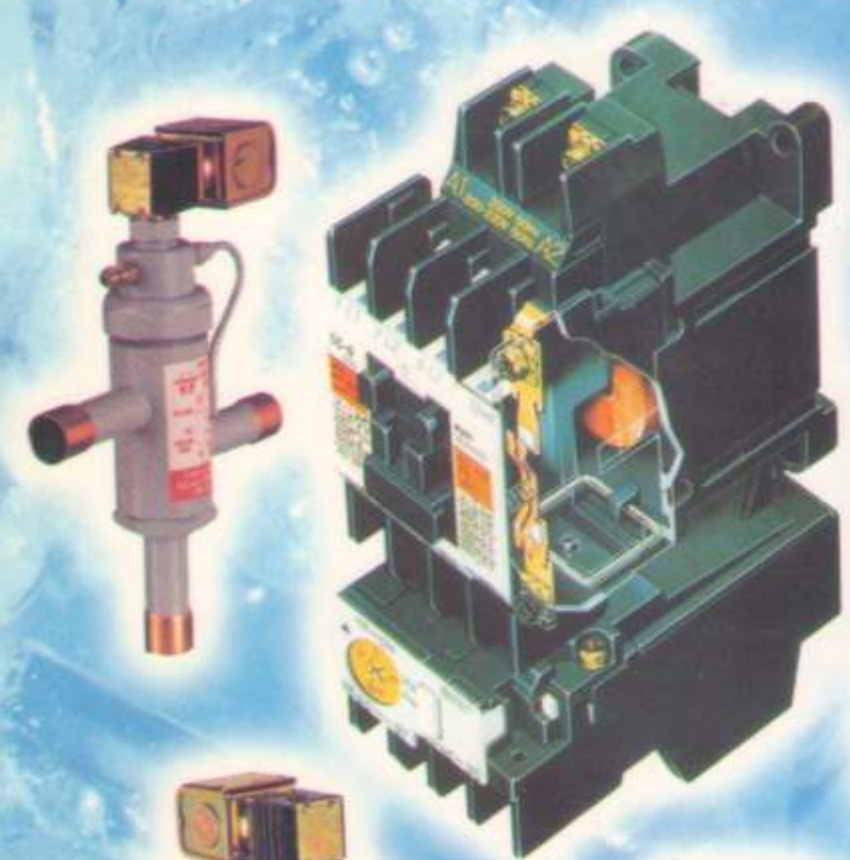
الموسوعة العملية فى التبريد والتكييف

كهرباء التبريد والتكييف







إعداد
م/أحمد عبد المتعال
مراجعة
م/صلاح عبد القادر

الناشر
جزيرة الورد

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

كهرباء التبريد والتكييف

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

بسم الله الرحمن الرحيم

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الموسوعة العملية في التبريد و التكييف (٢)

كهرباء التبريد والتكييف

إعداد

م / أحمد عبد المتعال

مراجعة

م / صلاح عبد القادر

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الكتاب : كهرباء التبريد والتكييف

المؤلف :– م/ أحمد عبد المتعال

رقم الطبعة :– الأولى

تاريخ الإصدار :– ١/١٢/٢٠٠٠م

الناشر :– مكتبة جزيرة الورد

رقم الإيداع:–٢٤١٥/٢٠٠١م

مكتبة جزيرة الورد – المنصورة

تقاطع شارع الهادي وعبد السلام عارف

ت:–٣٥٧٨٨٢

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَى وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحاً تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ﴾ [الأحقاف: ١٥] .

شكر و تقدير

أتقدم بخالص الشكر للدكتور – عرفة غنيمي الأستاذ المساعد بكلية هندسة المطرية قسم القوى الميكانيكية – على تعاونه الصادق البناء في إعداد هذا الكتاب كما أتقدم بالشكر الجزيل للشركات العالمية في مجال التبريد و التي قدمت لنا المعلومات الفنية و المخططات اللازمة لإعداد هذا الكتاب ونخص بالشكر الشركات التالية :

١- شركة دانفوس .
٢- شركة كار ير .
٣- شركة ألكو .
٤- شركة كوبلاند .
٥- شركة توت لاين .
٦- شركة اسبورلان .
٧- شركة سرين .
٨- شركة يورك

المؤلف

الباب الأول
المدخل العملي للكهرباء

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

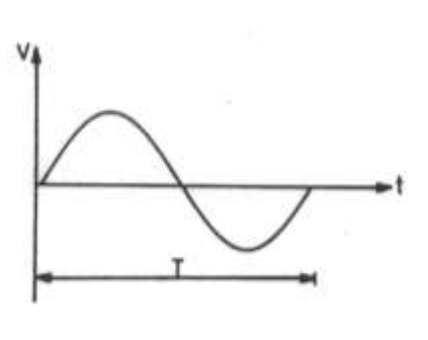
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

المدخل العملي للكهرباء

١-١ مقدمة

تقوم شركات الكهرباء بتوزيع التيار الكهربي على المستهلكين في صورتين وهما إما تيار كهربي ثلاثي الأوجه أو تيار كهربى أحادى الوجه .

والشكل (١-١) يبين موجه الجهد والتيار للتيار المتردد الذى تقوم شركات الكهرباء بتوزيعه على المستهلكين ويلاحظ أن قيمة الجهد يزداد من 0V إلى 220V ثم يقل مرة ثانية إلى0V ثم يزداد الجهد في الاتجاه العكسي ليصبح 220V– ثم يقل مرة ثانية ليصل إلى 0V ويحدث ذلك خمسون مرة في الثانية إذا كان تردد المصدر الكهربي (50 HZ) أى أن زمن الدورة T يساوى (20 ms) ملي ثانية كما في مصر في حين يحدث ستون مرة في الثانية إذا كان تردد المصدر الكهربي 60 HZ كما في السعودية .



الشكل (١-١)

١-٢ جهد الوجه وجهد الخط

هناك نظامين لتغذية المنشآت المختلفة الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربي نظامين الأول بأربعة أسلاك وهم الأوجه الثلاثة وخط التعادل والنظام الثاني بخمسة أسلاك وهم الأوجه الثلاثة وخط التعادل وخط الوقاية (الأرضي) ، والشكل (١-٢) يبين فرق الجهد بين أطراف الأسلاك الأربعة للأنظمة الثلاثية الوجه ذات الأربعة أسلاك إذا كان جهد المصدر380/220V كما في مصر (الشكل أ) وإذا كان جهد المصدر (220/127V) كما في السعودية (الشكل ب) وعادة يتم تغذية المستهلكين كالمنشآت السكنية والتجارية والعامة بثلاثة أوجه وهم الوجه الأول L_1 والوجه الثاني L_2 والوجه الثالث L_3 وخط التعادل N .

في نظام 380/220V :-

يكون فرق الجهد بين الوجه L_1 والوجه L_2 مساويا فرق الجهد بين الوجه L_1 والوجه L_3 مساويا فرق الجهد بين الوجه L_2 والوجه L_3 مساويا 380V في حين أن فرق الجهد بين الوجه L_1 وخط التعادل N يساوى فرق الجهد بين الوجه L_2 وخط التعادل N يساوى فرق الجهد بين الوجه L_3 وخط التعادل يساوى 220V .

أي أن :-

$$V = \sqrt{3} * V_{\varnothing}$$

حيث أن :–

جهد الخط (فرق الجهد بين وجهين) V

جهد الوجه (فرق الجهد بين وجه والتعادل) $V_{\varnothing}$

ففي نظام 380/220V فان :

$$V = 380V - V_{\varnothing} = 220V$$

وفي نظام 220/127V فان :

$$V = 220V - V_{\varnothing} = 127V$$

الشكل (١–٢)

وفي النظام ذات الخمس أسلاك يضاف سلك خامس للنظام الثلاثي الأوجه يسمى خط الأرضي ويوصل الأرضي عند المستهلكين بأغلفة الثلاجات والفريزرات وبرادات الماء والمكيفات المختلفة لمنع حدوث صدمة للأشخاص الذى يلمسون أغلفة هذه الأجهزة في حالة حدوث تلامس داخلي بين أحد الأسلاك الكهربية العارية مع جسم الجهاز .

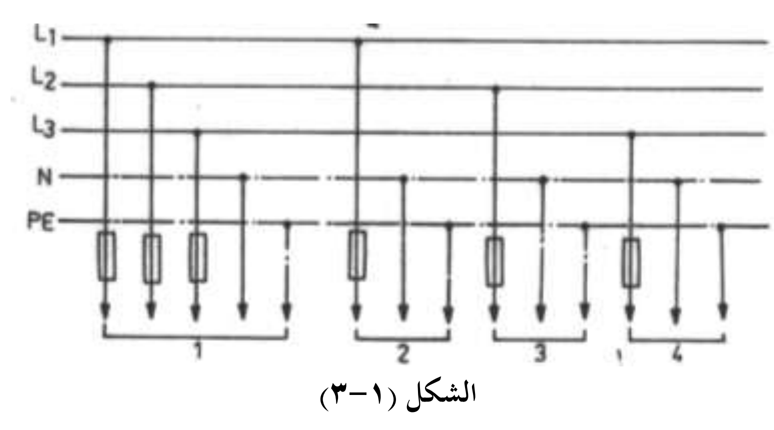
١–٣ توزيع التيار الكهربي في الدوائر الثلاثية الوجه

وتنقسم الأحمال الكهربية مثل المحركات الكهربية والسخانات ولمبات الإضاءة والأجهزة الكهربية المختلفة إلى نوعين وهما :–

١–أحمال كهربية أحادية الوجه :–مثل الثلاجات المنزلية والفريزرات المنزلية وبرادات الماء ومكيفات لغرف الصغيرة نوع النافذة والمجزأة الصغيرة

٢–أحمال كهربية ثلاثية الوجه:– مثل الثلاجات التجارية والمكيفات والمكيفات المجمعة والمكيفات المركزية والغسالات الأتوماتيكية .... الخ .

والشكل (١–٣) يبين طريقة توزيع التيار الكهربي في نظام ثلاثي الوجه بخمسة أسلاك في أحد الشقق السكنية .



الشكل (١–٣)

ويلاحظ أن الحمل 1 ثلاثي الوجه والأحمال 2,3,4 أحمال أحادية الوجه فالحمل 2 تم تغذيته من الوجه L_1 وخط التعادل N والأرضي PE والحمل 3 تم تغذيته من الوجه L_2 وخط التعادل N والأرضي P E والحمل 4 تم تغذيته من الوجه L_3 وخط التعادل N والأرضي PE علما بان خط الأرضي P_E يتم توصيله بأغلفة الأجهزة الكهربية لمنع حدوث صدمات للأشخاص .

١ – ٤ التأريض الوقائي   Protection Earthing

التأريض الوقائي هو توصيل جسم غير موصل للتيار الكهربي مثل هياكل الأجهزة الكهربية المعدنية بالأرضي PE والغرض من التأريض الوقائي هو حماية الأشخاص من الصدمة الكهربية عند ملامسة هياكل الأجهزة الكهربية المعدنية أثناء حدوث تلف داخلي في عزلها ويتكون نظام التأريض من :–

- قطب الأرضي
- موصل الوقاية
- موصل الأرضي
- وصلات كهربية

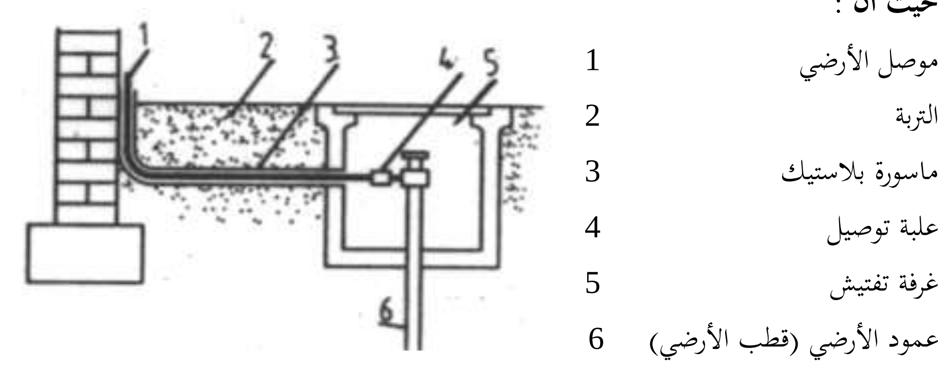
ويتم إعداد الأرضي بالطريقة التالية :–

يوضع عمود مغروس في التربة حيث يستخدم عمود من النحاس قطره 15 mm أو 20mm وطوله 2.5 m أو يستخدم عمود من الصلب المطلي بالنحاس قطره 15 mm وسمك طبقة النحاس 2.5 mmأو يستخدم ماسورة ماء مجلفنة قطرها بوصة وطولها 2.5 m وعادة يكون رأس العمود مدبب لسهولة غرسه بالأرضي وفي حالة استخدام ماسورة من الحديد المجلفن قطرها بوصة تقطع

مشطورة من نهايتها حتى تكون نهايتها مدببة ويوضع نقطة اتصال موصل الأرضي مع العمود أو الماسورة في غرفة تفتيش كما بالشكل (١-٤) .

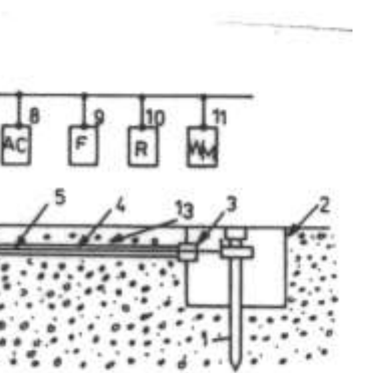
حيث أن :

موصل الأرضي	1
التربة	2
ماسورة بلاستيك	3
علبة توصيل	4
غرفة تفتيش	5
عمود الأرضي (قطب الأرضي)	6



الشكل (١-٤)

ويلاحظ أن موصل الأرضي يصل بين قطب الأرضي ولوحة الكهرباء العمومية ، وعادة ينصح بامرار موصلات الأرضي في مواسير بلاستيكية داخل الأرض وكذلك ينصح باستخدام وصلة ثنائية المعدن عند وصل موصل الأرضي مع قطب الأرضي وذلك إذا كان معدن موصل الأرضي نحاس ومعدن القطب الأرضي حديد وبالتالي تكون الوصلة نحاس– حديد فيكون الحديد جهة قطب الأرضي ويكون النحاس جهة الموصل وتكون الوصلة هي أسرع الأجزاء التي تتحلل كهربيا وليس القطب الأرضي وتوضع هذه الوصلات داخل غرفة تفتيش حتى يسهل الوصول إليها وتغييرها إن لزم الأمر ، وفي حالة وضع موصلات الأرضي



الشكل (١-٥)

داخل مواسير بلاستيك يختار مساحة مقطع موصلات الأرضي تماما مثل مساحة مقطع موصلات الوقاية PE ، أما موصلات الوقاية فتقوم بتوصيل لوحة الكهرباء العمومية مع الهياكل المعدنية للأجهزة الكهربية في المكان المعد لذلك في هذه الهياكل ويكون لون موصلات الوقاية عادة أصفر به خطوط خضراء والشكل (١-٥) يبين طريقة توصيل الأجهزة الكهربية لمبنى مع خط الوقاية PE .

حيث أن :-

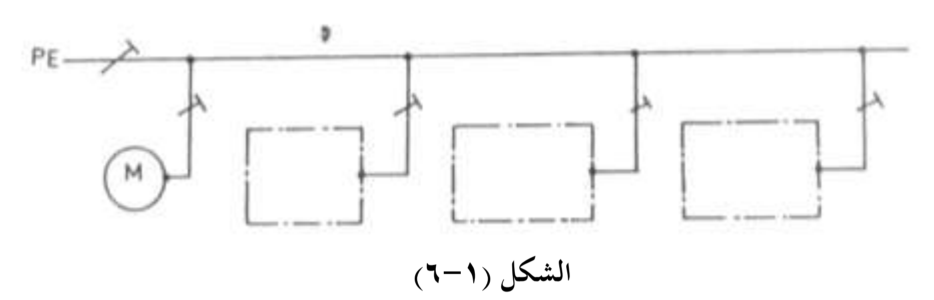
قطب الأرضي	1
غرفة تفتيش	2
علبة توصيل	3
ماسورة بلاستيك	4
موصل الأرضي	5
لوحة الكهرباء الرئيسية بالمبنى	6
خط الوقاية داخل المبنى PE	7
مكيف	8
ثلاجة	9
فر يزر	10
غسالة	11
قطب الأرضي بلوحة الكهرباء	12
الأرضي	13

والجدول (١ - ١) يعطى مساحة مقطع موصل الوقاية PE بدلالة مساحة مقاطع موصلات الأوجه الثلاثة .

الجدول (١-١)

مساحة مقطع الأوجه mm^2	1	1.5	2.5	4	6	10	16
مساحة مقطع موصل الوقاية المعزول mm^2	1	1.5	2.5	4	6	10	16
مساحة مقطع الأوجه mm^2	25	35	50	70	90	120	150
مساحة مقطع موصل الوقاية المعزول mm^2	16	16	25	35	50	70	70

ويجب ملاحظة انه يجب توصيل كل جهاز كهربي بموصل وقاية خاص به ومتفرع من موصل الوقاية الرئيسي ويمنع تماما توصيل هياكل الأجهزة الكهربية معا بالتسلسل بخط الوقاية ، والشكل (١-٦) يبين طريقة التوصيل الصحيحة للأجهزة الكهربية مع خط الوقاية PE .



الشكل (١-٦)

١-٥ تعليمات السلامة للعمل في الدوائر الكهربية

لقد وجد أن الغالبية العظمى من الأشخاص الذين يتعرضون للصدمة الكهربية نتيجة لعدم اتباعهم تعليمات السلامة لذلك يجب على كل مهندس أو فني يتعامل مع الدوائر الكهربية اتخاذ تعليمات السلامة لحماية أنفسهم ورفقائهم من الصدمة الكهربية .

ويمكن تلخيص تعليمات السلامة فيما يلي :-

١- العزل :- ويتم بفصل التيار الكهربي عن الدوائر الكهربية التي سيتم التعامل معها وذلك بفصل القواطع والمصهرات أو بوضع المفاتيح الكهربية على وضع OFF.

٢- التأكد من أن التيار الكهربي لن يتم توصيله مرة أخرى بواسطة أحد الأشخاص :- وذلك بوضع علامة تحذيرية عند مكان القاطع أو المصهر الرئيسي بعد فصله كما هو مبين بالشكل (١-٧) .

ممنوع توصيل التيار الكهربي

الشكل (١-٧)

حيث توضع هذه العلامة التحذيرية على لوحة إرشادية ويكتب عليها ممنوع توصيل التيار الكهربي إلا بواسطة (ويكتب اسم القائم بعمليات الصيانة) .

٣- التأكد من عدم وجود جهد كهربي قبل البدء في العمل ويستخدم في ذلك جهاز الفولتميتر ولا يستخدم مفك الاختبار في ذلك لأنه قد لايضيئ في حالة وجود تيار كهربي ووقوف المختبر على أرضية عازلة ومن ثم يعطي بيان كاذب أحياناً .

٤- ارتداء أحذية عازلة عند التعامل مع الدوائر الكهربية .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الثاني

المحركات الكهربية الأحادية الوجه

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

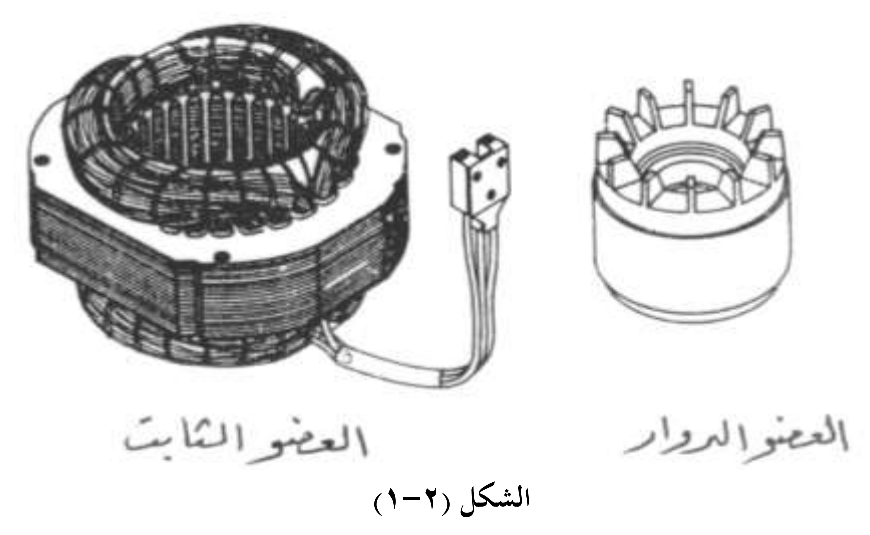
المحركات الكهربية الأحادية الوجه

٢-١المحركات الكهربية الأحادية الوجه

عادة فان محركات الضواغط المحكمة القفل المستخدمة في الثلاجات والفريزرات المنزلية ومبردات الماء ومكيفات الغرف هي محركات استنتاجيه بقفص سنجابي Induction Motors أحادية الوجه 1Ø حيث يصنع العضو الدوار لها من دقائق من الحديد السليكونى ويشكل في العضو الدوار مجارى طولية يمر فيها قضبان من النحاس وتقصر القضبان من الجهتين بحلقتين معدنيتين فيشكل ما يشبه قفص السنجاب .

والشكل (٢-١) يعرض العضو الدوار والعضو الثابت لمحرك استنتاج يستخدم في إدارة الضواغط المحكمة الغلق من إنتاج شركة Danfoss .

ونظرا لان وجود ملف واحد في العضو الثابت للمحرك غير قادر لتوليد عزم الإدارة لذلك استخدمت عدة طرق لتوليد عزم بدء الدوران وسميت المحركات الأحادية الوجه باسم الطريقة المستخدمة لتوليد عزم البدء وعزم الدوران .

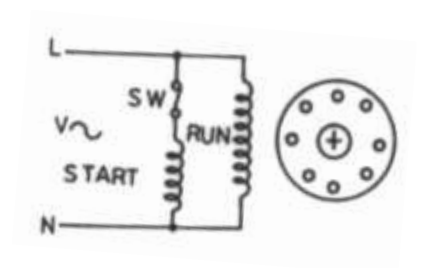


الشكل (٢-١)

٢-١-١محرك يبدأ بالحث ويدور بالحث ISR

ففي بداية التشغيل يكون ملف البدء START بالتوازي مع ملف RUN ويتولد مجال مغناطيسي دوار قادر على إدارة العضو الدوار وبمجرد وصول السرعة إلى % 90 من السرعة المقننة يفتح المفتاح الطارد المركزي SW فينقطع مسار تيار ملف البدء START .

والشكل (٢-٢) يبين الدائرة الكهربية لهذا المحرك علما بان عزم دوران هذا النوع من المحركات صغير وهي تستخدم عادة في إدارة المراوح.

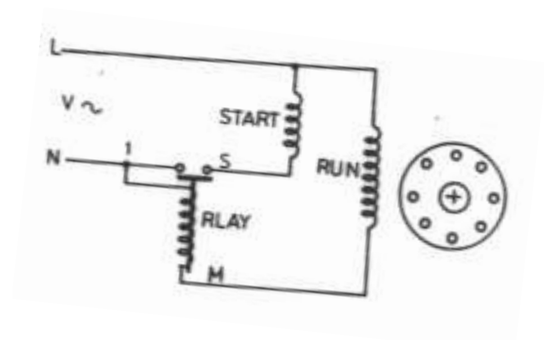


الشكل (٢-٢)

٢-١-٢محرك يبدأ بمقاومة ويدور بالحث (RSIR)

ويتشابه هذا المحرك مع محرك (ISR) عدا أن المفتاح الطارد المركزي يستبدل بريلاى تيار CURRENT RELAY كما بالشكل (٢-٣) فعند توصيل المصدر الكهربي مع المحرك يمر تيار بدء كبير في ملف الدوران RUN عبر ملف ريلاى التيار RELAY يتمغنط الملف ويغلق ريشه الريلاى ويدخل ملف البدء START بالتوازي مع ملف الدوران وعند الوصول إلى السرعة المقننة للمحرك يصبح تيار المحرك هو التيار المقنن للمحرك فيفقد ريلاى التيار RELAY مغناطيسيته ويفتح ريشته فينقطع مسار تيار ملف البدء START ويخرج من الدائرة .

ويستخدم هذا المحرك مع الضواغط الصغيرة حتى قدرة (1/3 HP) حصان وذلك في وحدات التبريد التي تستخدم ماسورة شعرية مثل الثلاجات والفريزرات المنزلية ومبردات الماء ولهذه المحركات عزم بدء صغير .



الشكل (٢-٣)

٢-١-٣محرك يبدأ بمكثف ويدور بالحث (CSIR)

وهو يشبه محرك (RSIR) مع إضافة مكثف كهربى لبدء الحركة مع ملف البدء وذلك للحصول على عزم بدء عالي ويستخدم هذا المحرك مع الضواغط التي تصل قدرتها إلى (3/4HP حصان) والشكل (٢-٤) يعرض الدائرة الكهربية لهذا المحرك .

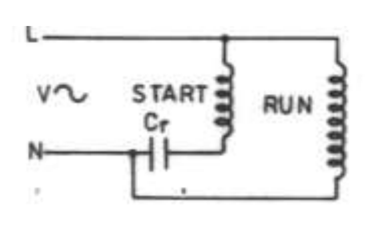
٢-١-٤محرك يبدأ بمكثف ويدور بمكثف CSR

الشكل (٢-٥) يبين الدائرة الكهربية لهذا المحرك فعند توصيل المصدر الكهربي بالمحرك يتكون مسارين توازى الأول يتكون من ملف الدوران RUN والمسار الثاني يتألف من ملف البدء START موصل بالتوالي مع كلا من المكثفين Cr,Cs الموصلين على التوازي وعند الوصول إلى 95 % من السرعة المقننة يعمل ملف البدء كمولد فيولد قوة دافعة كهربية عالية وحيث أن ملف البدء START موصل التوازي مع ملف ريلاى الجهد RELAY . POT لذلك يعمل ريلاى الجهد على فتح ريشته المغلقة فينقطع مسار تيار كلا من ملف البدء START ومكثف البدء Cs ويستخدم هذا المحرك في ضواغط أجهزة التكييف التي تتراوح قدرتها ما بين (5 : 2 HP) حصان .

الشكل (٢-٤)

الشكل (٢-٥)

٢-١-٥ محرك بوجه مشقوق ومكثف دائم (PSC)



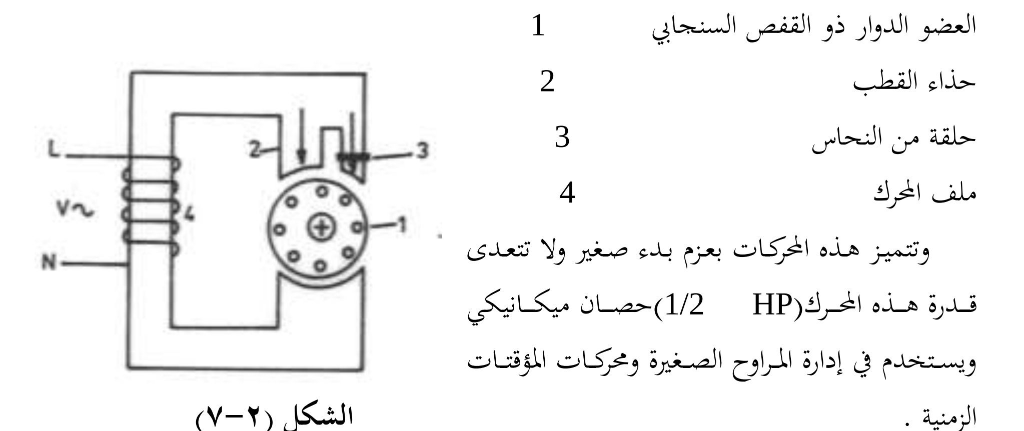
الشكل (٢-٦)

وهذه المحركات تشبه محركات CSIR عدا انه لا يستخدم فيها ريلاى تيار RELA ، ويظل المكثف Cr وملف البدء START في الدائرة طوال فترة التشغيل ويستخدم هذا المحرك عادة مع أجهزة التكييف نوع النافذة التي يتراوح قدرتها ما بين (HP 5 : 2) حصان ، والشكل (٢-٦) يعرض الدائرة الكهربية لهذا المحرك .

٢-١-٦المحرك الاستنتاج ذات القطب المظلل Shaded Pole

والشكل (٢-٧) يعرض تركيب هذا المحرك .

حيث أن :-



العضو الدوار ذو القفص السنجابي 1

حذاء القطب 2

حلقة من النحاس 3

ملف المحرك 4

وتتميز هذه المحركات بعزم بدء صغير ولا تتعدى قدرة هذه المحرك(HP 1/2)حصان ميكانيكي ويستخدم في إدارة المراوح الصغيرة ومحركات المؤقتات الزمنية .

الشكل (٢-٧)

والجدير بالذكر أنه ينشأ مجال مغناطيسي دوار نتيجة لتفاعل المجال الناتج عن مرور التيار الكهربي في ملف المحرك وكذلك المجال الآخر الناتج عن الحث في حلقة النحاس المظللة الموجودة بقطب المحرك الأمر الذى يؤدى إلى دوران المحرك ويستخدم المحرك الاستنتاجى ذات القطب المظلل في مراوح المبخرات والمكثفات التي تبرد بالهواء .

٢-٢ المحركات ذات السرعات المتعددة

تستخدم هذه المحركات في إدارة مراوح المبخرات في أجهزة التكييف وعادة تكون هذه المحركات محركات استنتاجيه نوع PSC أو بقطب مظلل ويتم تقليل سرعة هذه المحركات عادة بإضافة ملفات خانقة Chock Coils بالتوالي مع ملفات المحرك الرئيسية الأمر الذى يؤدى إلى تجزأ جهد المصدر الكهربي ما بين الملفات الخانقة والملفات الرئيسية للمحرك فيقل الجهد المسلط على الملفات الرئيسية للمحرك ومن ثم تقل سرعة المحرك حيث تتناسب سرعة المحرك تناسب طردي مع الجهد علما بان الملفات الخانقة تكون داخل المحرك .

والشكل (٢-٨) يعرض ثلاثة صور مختلفة لمحرك PSC بثلاثة سرعات حيث أن :-

طرف السرعة العالية H

طرف السرعة المتوسطة M

طرف السرعة المنخفضة L

والجدير بالذكر انه يمكن تحديد أطراف المحركات المتعددة السرعات حتى بدون أى معلومات على المحرك ولتوضيح هذه الطريقة سنتناول المثال التالي :-

لنفرض أن محرك له أربعة أطراف وهم :

أحمر (RD) أصفر (Y)

أسود (BK) بنى (BR)

وأجريت عدة قياسات بواسطة الأفوميتر بين الأطراف المختلفة لهذا المحرك وكانت نتيجة القياسات كما يلى :-

أحمر – سود 5 Ω

أحمر – أصفر 12 Ω

أحمر – بنى 14 Ω

أسود – أصفر 7 Ω

أسود – بنى 9 Ω

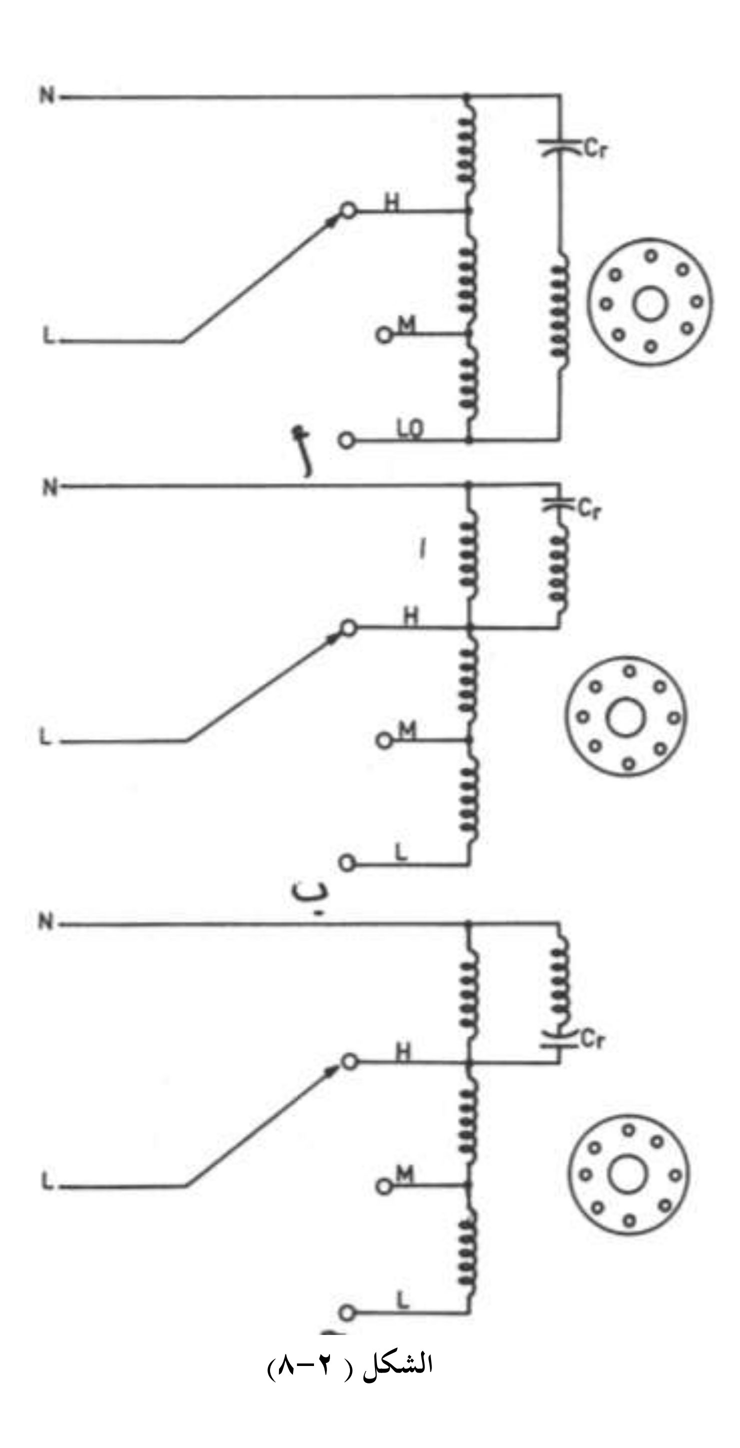
أصفر – بنى 16 Ω

فلتحديد أطراف هذا المحرك نعمل جدول يحتوى على قيم المقاومات بين الألوان المختلفة كما هو مبين بالجدول (٢-١) .

الجدول (٢-١)

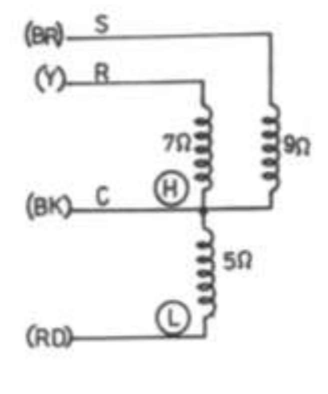
اللون	RD	BK	Y	BR
RD	0	5	12	14
BK	5	0	7	9
Y	12	7	0	16
BR	14	9	16	0
المجموع	31	21	35	39

ثم نجمع مجموع مقاومات الأعمدة المختلفة فتكون أكبر مجموع يقابل طرف البدء (BR)والثاني يقابل طرف الدوران (Y) والثالث يقابل طرف السرعة المنخفضة (RD) والرابع يقابل طرف السرعة العالية (BK) ويكون شكل ملفات المحرك كما بالشكل (٢-٩)



الشكل (٢–٨)

٢-٣ريليهات بدء حركة المحركات الاستنتاجية الأحادية الوجه



الشكل (٢-٩)

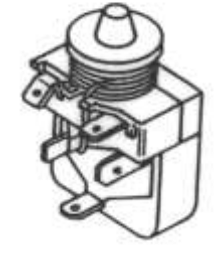
يوجد ثلاثة أنواع من ريليهات بدء حركة المحركات الاستنتاجية الأحادية الوجه الخاصة بالضواغط المغلقة Hermatic Compressors وهم كما يلى :

١- ريلاى التيار   Current Relay
٢- ريلاى PTC   PTC Relay
٣- ريلاى الجهد   Potential Relay

٢-٣-١ ريلاى التيار

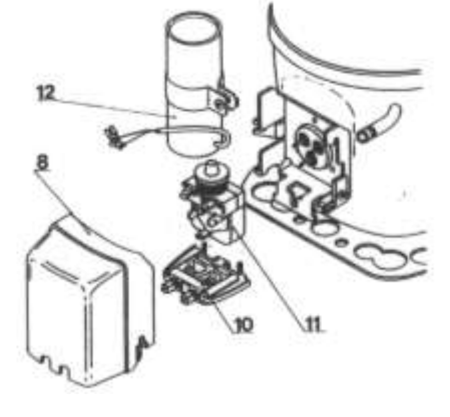
يستخدم ريلاى التيار مع محركات CSIR , RSIR .

والشكل (٢-١٠) يعرض مخطط توضيحي لريلاى التيار ويستخدم ريلاي التيار لبدء الضواغط CSIR , RSIR التي لا تتعدى قدرتها (1/2 HP) حصان ميكانيكي



الشكل (٢-١٠)

والشكل (٢-١١) يبين طريقة تثبيت ريلاى التيار مع ضاغط نوع FR له عزم بدء عالي من إنتاج شركة Danfoss .



الشكل (٢-١١)

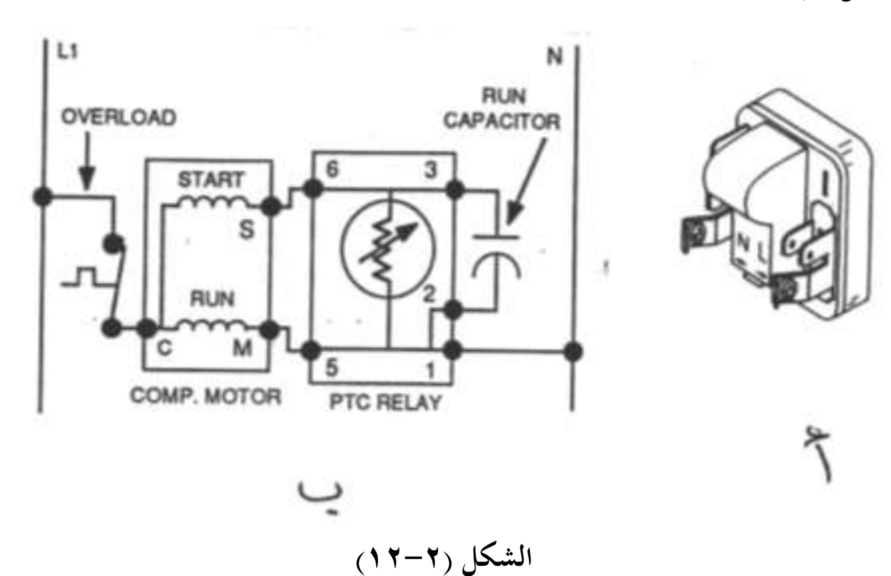
حيث أن :-

غطاء ريلاى البدء	8
لوحة أطراف التوصيل	10
ريلاى التيار	11
مكثف البدء	12

ولمزيد من التفصيل عن الدائرة الداخلية لريلاى التيار ارجع للفقرة ٢-١ .

٢-٣-٢ ريلاى PTC

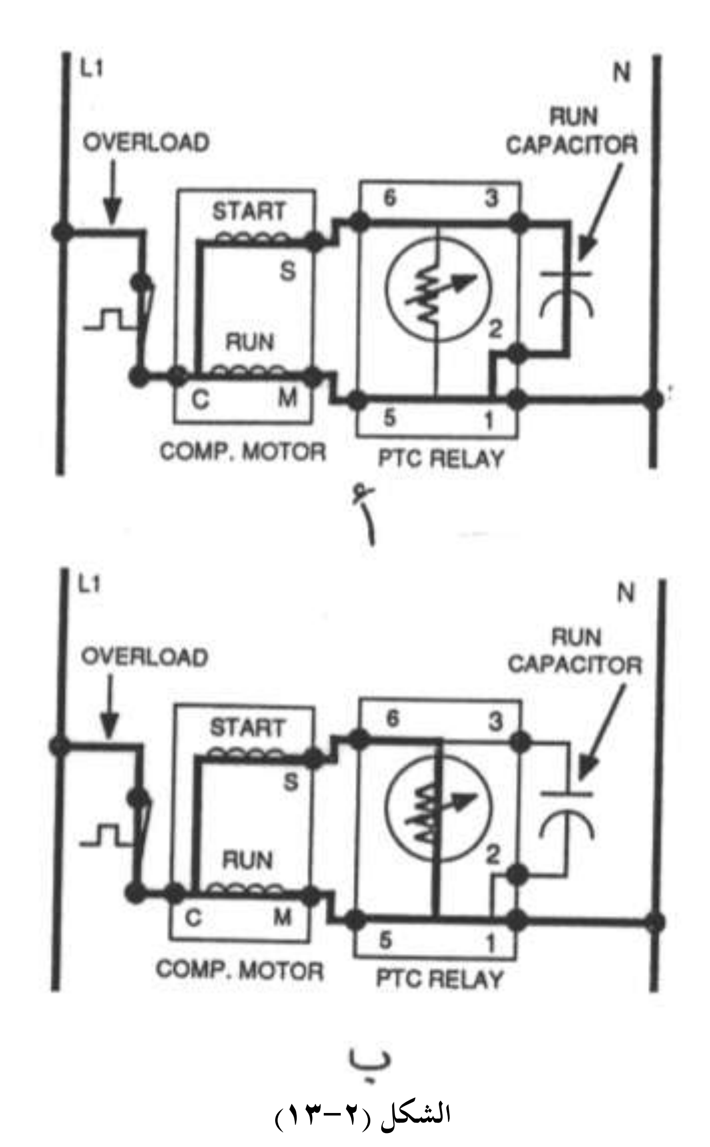
الشكل (٢-١٢) يعرض نموذج لريلاى PTC من إنتاج Danfoss (الشكل أ) وكذلك طريقة استخدام ريلاى PTC لبدء حركة محرك استنتاجي أحادى الوجه بمكثف دوران (الشكل ب)



الشكل (٢-١٢)

أما الشكل (٢-١٣) فيبين مسار التيار عند بدء دوران الضاغط باستخدام ريلاى PTC (الشكل أ) ومسار التيار أثناء الدوران الطبيعي (الشكل ب) .

والجدير بالذكر انه ريلاى PTC يحتوى على مقاومة لها معامل حراري موجب أى تزداد قيمة المقاومة 1000 مرة عند درجة حرارة 110 ^{0}C عند قيمة المقاومة عند 30 ^{0}C . فعند توصيل التيار الكهربي بالدائرة يصبح ملف البدء START بالتوازي مع ملف الدوران RUN عبر المقاومة الحرارية PTC وعند بدء الضاغط فانه يسحب تيار كبير يمر عبر المقاومة الحرارية PTC فترتفع درجة حرارتها وتباعا تزداد مقاومتها لحوالي 1000 مرة من قيمتها العادية فيدخل مكثف الدوران RUN CAPACITOR بالتوازي مع ملف البدء START بدلا من المقاومة الحرارية PTC لأنها تصبح كما لو كانت مفتوحة وعلى كل حال يمر تيار ضعيف جدا في المقاومة الحرارية PTC للوصول لدرجة الحرارة اللازمة لرفع مقاومة المقاومة الحرارية PTC لحوالي 1000 من قيمتها عند درجة الحرارة العادية .



الشكل (٢-١٣)

وتجدر الإشارة إلى أن معظم مكيفات الغرف تستخدم ضواغط PSC (ارجع للفقرة ٢-١) وعند انخفاض جهد المصدر الكهربي عن 10 % من الجهد المقنن يصبح من الصعب دوران الضاغط لذلك يلجئ الفنيين لاستخدام ريلاى PTC مع مكثف بدء للتغلب على هذه المشكلة .

والجدول (٢-٢) يعطى قيم مكثفات البدء تبعا لسعة مكثف دوران الضاغط PSC .

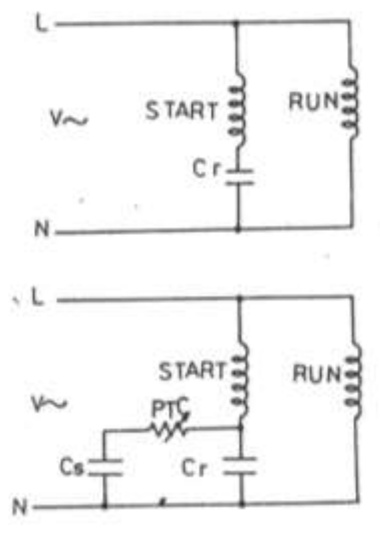
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٢-٢)

سعة مكثف الدوران F μ	20	25	30	35	40	45	50
سعة مكثف البدء F μ	18	18:25	25	25	25:45	45	45

والشكل (٢-١٤) يبين دائرة ضاغط بوجه مشقوق ومكثف دائم PSC (الشكل أ) وبعد التعديل (الشكل ب) فعند توصيل التيار الكهربي بالضاغط تكون مقاومة ريلاى PTC في البداية صغيرة فيكون مكثف الدوران Cr على التوازي مع مكثف البدء Cs وبمجرد بدء الضاغط ترتفع درجة حرارة PTC وتصبح ذات مقاومة عالية ويخرج مكثف البدء من الدائرة

والجدير بالذكر انه لا يمكن إعادة بدء الضاغط الذى يستخدم ريلاى PTC بعد إيقافه إلا بعد مرور خمس دقائق على الأقل حتى يبرد ريلاى PTC ويعود لوضعه الطبيعي .

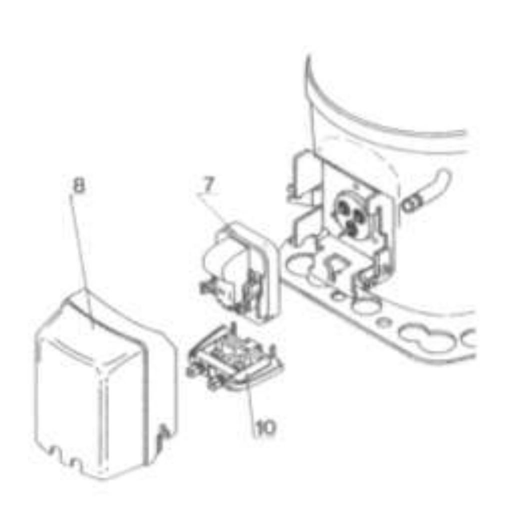


الشكل (٢-١٤)

والشكل (٢-١٥) يبين طريقة تركيب ريلاى PTC في ضاغط نوع FR مصنع بشركة Danfoss له عزم بدء صغير .

حيث أن :-

ريلاى PTC	7
غطاء ريلاى PTC	8
لوحة أطراف التوصيل	10



الشكل (٢-١٥)

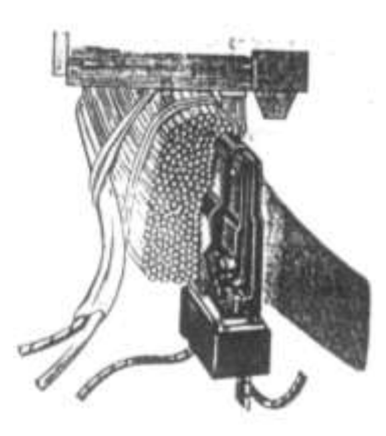
٢-٣-٣ ريلاى الجهد



الشكل (٢-١٦)

يستخدم ريلاى الجهد مع الضواغط المحكمة الغلق التي تستخدم مع أجهزة التكييف نوع CSR والتي تتراوح قدرتها ما بين (HP 5 : 2) حصان ميكانيكي ولمزيد من التفاصيل (ارجع للفقرة ٢-١-٤) والشكل (٢-١٦) يعرض مخطط توضيحي لريلاي جهد من إنتاج شركة General Electric Co. .

والجدير بالذكر أن سلك ملف ريلاى الجهد يكون ذو قطر صغير مقارنة بسلك ملف ريلاى التيار الذى يكون له قطر أكبر.



٢-٤ عناصر وقاية المحركات الأحادية الوجه

Motor Protectors

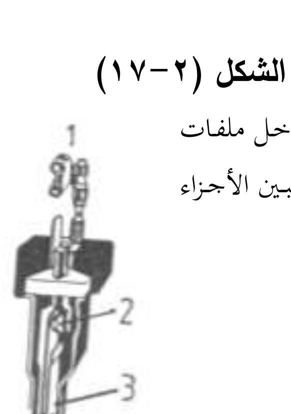
يمكن تقسيم عناصر وقاية المحركات الأحادية من زيادة التيار أو ارتفاع درجة حرارة المحرك إلى :-

١- عناصر وقاية محركات داخلية .

٢-عناصر وقاية محركات خارجية .

الشكل (٢-١٧)

٢-٤-١ عناصر وقاية المحركات الداخلية



الشكل(٢-١٧) يبين طريقة وضع عنصر وقاية المحرك الداخلي داخل ملفات المحرك من إنتاج شركة Tecmseh Co.، أما الشكل (٢-١٨) فيبين الأجزاء المكونة لعنصر الوقاية الداخلي للمحركات .

حيث أن :-

أطراف عنصر الوقاية	1
نقاط التلامس الداخلية	2
شريحة ثنائية المعدن	3

الشكل (٢-١٨)

فعند ارتفاع درجة حرارة الشريحة الثنائية المعدن تتقوس الشريحة فتفتح ريشة

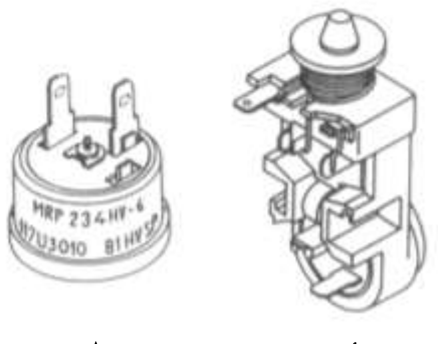
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

عنصر الوقاية الداخلي.

والجدير بالذكر انه عند ارتفاع درجة حرارة الضاغط أو محرك الضاغط نتيجة لسوء التهوية أو ارتفاع ضغط الطرد أو أى سبب آخر تنتقل الحرارة إلى ملفات المحرك ومنها إلى عنصر الوقاية الحراري فيحدث تقوس للشريحة الثنائية المعدن لاختلاف معامل تمدد كل معدن من معدني الشريحة وتفتح ريشة عنصر الوقاية الحراري وينقطع مرور التيار ويتوقف المحرك .

٢-٤-٢ عناصر وقاية المحركات الخارجية

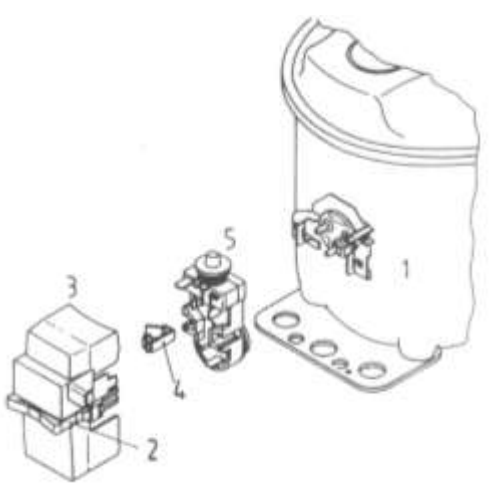
يثبت عنصر وقاية المحركات الخارجي خارج الضاغط بحيث يكون ملامس لجسم الضاغط وبالتالي يمكن استبداله عند تلفه .



الشكل (٢-١٩)

والشكل (٢-١٩) يعرض مخطط توضيحي لريلاى تيار مثبت معه عنصر وقاية حراري خارجي (الشكل أ) ومخطط توضيحي لعنصر وقاية محركات خارجي مستقل الشكل (ب) من صناعة شركة Danfoss .

والشكل (٢-٢٠) يبين طريقة تثبيت ريلاى تيار وعنصر وقاية محركات خارجي في ضاغط طراز PW من إنتاج شركة Danfoss .



الشكل (٢-٢٠)

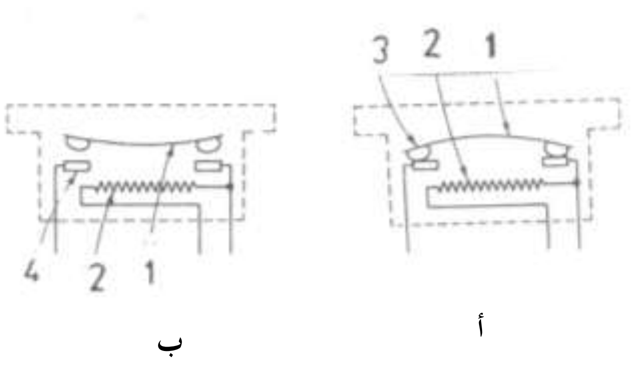
حيث أن :-

الضاغط	1
قافيز تثبيت	2
غطاء	3
أطراف توصيل	4
ريلاى البدء وعنصر الوقاية	5

والجدير بالذكر أن عنصر الوقاية الحراري الخارجي يحتوى داخليا على سخان موصل بالتوالي مع الشريحة الثنائية المعدن فعند زيادة التيار المار في عنصر الوقاية ترتفع درجة حرارة السخان فيحدث تقوس للشريحة الثنائية المعدن وينقطع مرور التيار في الدائرة وكذلك عند ارتفاع درجة حرارة الضاغط تنتقل الحرارة للشريحة الثنائية المعدن فتتقوس وتفصل التيار الكهربي عن الضاغط ، والشكل (٢-٢١) يبين وضع القرص الثنائي المعدن لعنصر وقاية المحركات الخارجي في الوضع المغلق (الشكل أ) وفي الوضع المفتوح (الشكل ب) .

حيث أن :-

قرص الثرموستات	1
سخان كهربي	2
نقطة تلامس متحركة	3
نقطة تلامس ثابتة	4



الشكل (٢-٢١)

٢-٥المكثفات الكهربية

يتكون المكثف من لوحين من مواد موصلة للكهرباء بينها عازل كهربى فعند توصيل المكثف بجهد كهربى مستمر يشحن اللوح الموصل بالطرف الموجب للمصدر بشحنه موجبة ، واللوح الموصل بالطرف السالب بشحنه سالبة وعند فصل المصدر الكهربي عن المكثف يتشكل جهد على أطراف المكثف مساويا جهد المصدر المستمر .أما عند توصيل المكثف مع مصدر كهربى متردد كالموجود في المنازل تتغير قطبه ألواح المكثف من لحظة لأخرى .

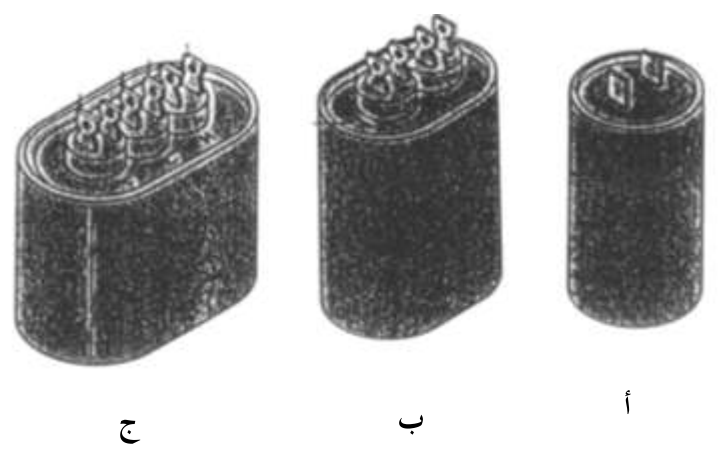
ويمكن تقسيم المكثفات حسب استخدامها إلى :

١- **مكثفات بدء Start Capacitors**

ويكون مقطعها دائري وتكون كبيرة الحجم وهى تستخدم لزيادة عزم البدء ويصمم هذا النوع من المكثفات لتوصيله مع التيار الكهربي عدة ثواني أثناء البدء وسعة مكثفات البدء تكون مساوية لعدة مئات من الميكروفاراد (μ F) حيث أن الفاراد F هي وحدة قياس السعة وميكرو تعنى (10^{-6}) .

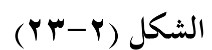
٢- مكثفات الدوران Run Capacitors

ويكون مقطعها بيضاوي أو مربع وتستخدم لتحسين معامل قدرة المحرك وبالتالي يحدث ترشيد لاستهلاك التيار الكهربي وسعة مكثفات الدوران تتراوح ما بين (μ F 40 : 2) . والشكل (٢-٢٢) يعرض نموذج لمكثف بدء (الشكل أ) ونموذج لمكثف دوران (الشكل ب) ونموذج لمكثف دوران مزدوج مزود بثلاثة أطراف (الشكل ج) الطرف الأول للضاغط H والطرف الثانى للمروحة F والطرف الثالث مشترك C .



الشكل(٢-٢٢)

والجدير بالذكر انه في بعض الأحيان عند تلف أحد مكثفات البدء أو الدوران فانه قد لا يتوفر نفس سعة المكثف المطلوبة وفي هذه الحالة يمكن توصيل مكثفين على التوالي أو التوازي للوصول إلى السعة المطلوبة ، والشكل (٢-٢٣) يبين طريقة توصيل مكثفين على التوازي (الشكل أ) وعلى التوالي (الشكل ب) .



الشكل (٢-٢٣)

فعند توصيل المكثفين على التوازي تصبح السعة الكلية C مساوية مجموع سعات المكثفين أى أن :-

$$C = C_1 + C_2$$

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

وعند توصيل المكثفين على التوالي تصبح السعة الكلية C مساوية حاصل ضرب سعات المكثفين مقسومة على حاصل جمعهما أى أن :-

$$C = C_1 C_2 / C_1 + C_2$$

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الثالث

المحركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

المحركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه

٣-١ مقدمة

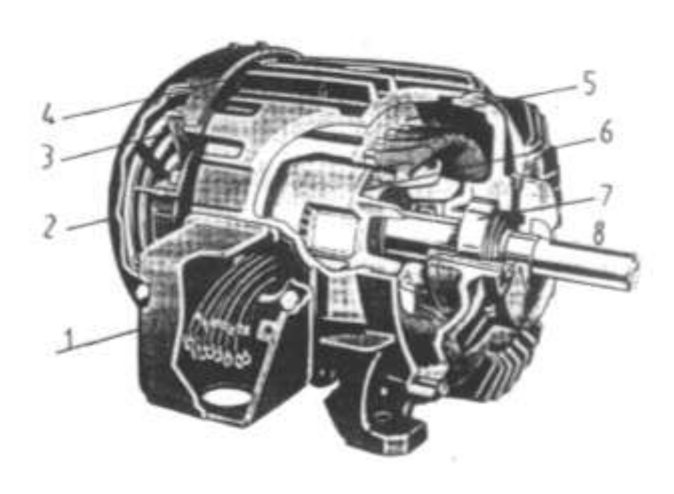
تنقسم المحركات الاستنتاجية الثلاثية الأوجه إلى :-

١- محركات استنتاجيه ذات قفص سنجابي Squirrel Cage IM

٢-محركات استنتاجيه ذات عضو دوار ملفوف Wound Rotor IM

وسوف نتناول النوع الأول لأنه هو المستخدم في دوائر التبريد .

والشكل(٣-١) يعرض قطاع توضيحي في محرك استنتاجي بقفص سنجابي .



الشكل (٣-١)

حيث أن :

روزته التوصيل وبها أطراف التوصيل	1
غطاء المروحة	2
مروحة التبريد	3
زعانف تبريد المحرك	4
العضو الثابت	5
العضو الدوار	6
كرس محور	7
عمود الإدارة	8

ويمكن تقسيم المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابي تبعا لعدد سرعاتها إلى :

١- محركات استنتاجيه بسرعة واحدة .

٢- محركات استنتاجيه متعددة السرعات .

ويمكن تقسيم المحركات الاستنتاجية ذات السرعة الواحدة إلى :-

١- محركات بثلاثة ملفات .

٢- محركات بست ملفات .

٣- محركات بملفات جزئية .

وتنقسم المحركات الاستنتاجية ذات السرعتين إلى :-

١- محركات بملفين منفصلين .

٢- محركات دالندر .

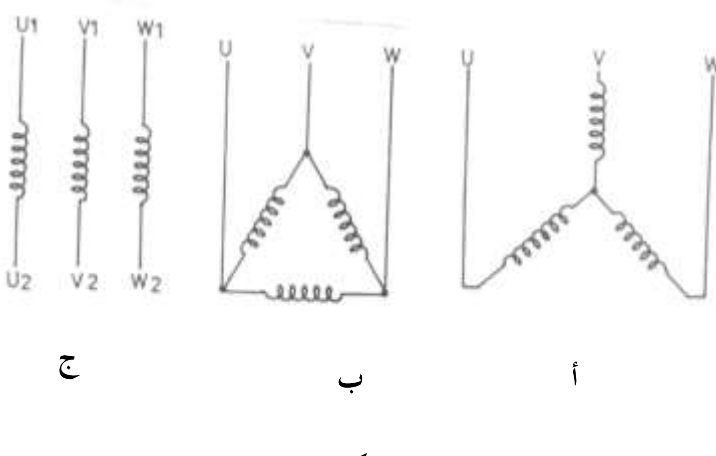
٣-٢ المحركات ذات الملفات الثلاثة

الشكل (٣-٢) يعرض الأنواع المختلفة للمحركات ذات الملفات الثلاثة .

فالشكل أ يبين طريقة توصيل الملفات الثلاثة للمحركات الموصلة نجما (Y) Star .

والشكل ب يبين طريقة توصيل الملفات الثلاثة للمحركات الموصلة دلتا Δ Delta.

والشكل ج يبين شكل الملفات الثلاثة للمحركات التي يمكن توصيلها خارجيا دلتا أو نجما ويطلق عليها محركات (Y/Δ) (دلتا / نجما) وتتوقف طريقة توصيل هذه المحركات على جهد المصدر فبالنسبة لمحرك Y/Δ (220/380 V) فيوصل المحرك دلتا Δ إذا كان جهد المصدر 220V ويوصل المحرك نجما Y إذا كان جهد المصدر 380V .



الشكل (٣- ٢)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

والشكل (٣-٣) يوضح طريقة توصيل هذه المحركات دلتا (الشكل أ) ونجما (الشكل ب) .

والشكل (٣-٤) يبين طريقة توصيل محرك موصل نجما للدوران في اتجاه عقارب الساعة وللدوران عكس عقارب الساعة ويلاحظ انه لعكس اتجاه حركة المحرك يجب أن يبدل طرفين من أطراف المحرك الموصلة بالمصدر الكهربي .



أ



ب

الشكل (٣-٣)

طرق توصيل الموصلات الخارجية للدوران جهة اليسار

طريقة توصيل الموصلات الخارجية للدوران جهة اليمين

الشكل (٣-٥)

٣-٢-١ لوحة بيانات المحرك ذات الملفات الثلاثة

والشكل (٣-٥) يعرض صورة للوحة بيانات فارغة وأخرى للوحة بيانات محرك كمثال .

WEIER
TYPE DVX 160 / 2 MK
3~ MOT | No.7163
Δ 440V | 23 A
13.5 kW | S1 | cosϕ 0.9
3500 rpm | 60 Hz
Ins. class F | IP 55 | 0.08 t

لوحة بيانات لمحرك


1
2
3 | 4 | 5
6 | 7 | 8
9/10 | 11 | 12
13 | 14
15 | 16
17 | 18 | 19
20

لوحة بيانات فارغة

الشكل (٣-٥)

والجدول (٣-١) يبين محتويات كل خانة من خانات لوحة البيانات مع ذكر مثال للتوضيح .

الجدول (٣-١)

الخانة	محتوياتها	مثال
1	الشركة المصنعة	Weier
2	الموديل	Type Dux 160/2MK
3	نوع تيار التشغيل	3 ~
4	نوع الماكينة مولد أو محرك	Mot
5	رقم تسلسلي للإنتاج داخل المصنع	7163
6	طريقة توصيل الملفات	Δ
7	جهد التشغيل	440V
8	تيار التشغيل	23A
9	قدرة الماكينة (**KW**)	135 kW
10	القدرة الظاهرية (**KVA**)	-
11	نوع التشغيل تبعا للنظام الألماني	S_1
12	معامل القدرة	Cos Ø 0.9
13	سرعة الآلة باللفة/الدقيقة	3500 RPM
14	التردد	60 Hz
15	جهد المجال أو جهد العضو الدوار	-
16	تيار المجال أو تيار العضو الدار	-
17	درجة العزل	F
18	درجة الحماية	IP 55
19	الوزن بالطن	0.08 t
20	ملاحظات إضافية	-

والجدول (٣-٢) يبين أقصى درجات حرارة تتحملها درجات العزل المختلفة للمحركات .

الجدول (٣-٢)

درجة العزل	Y	A	E	B	F	H	C
أقصى درجة حرارة لها(^{0}C)	90	100	120	130	150	180	>180

فإذا كانت درجة عزل المحرك F فان أقصى درجة حرارة يتحملها هذا العزل بدون أن ينهار هو 150 ^{0}C درجة مئوية .

وبخصوص رمز الحماية لأي جهاز كهربي فيعطى فكرة عن مدى إمكانية الجهاز لمنع كلا من:-

١- تسرب الأجسام الصلبة ٢- تسرب الماء

ويأخذ رمز الحماية الصورة الآتية IPX.y حيث أن X هي الرقم المميز لدرجة الحماية ضد تسرب المواد الصلبة داخل الجهاز .

والجدول (٣-٣) يوضح القيم المختلفة لكل من X,Y ومدلولاتها .

مثال :-

إذا كان درجة حماية المحرك IP 55 فهذا يعني أن المحرك مصمم للوقاية من دخول الأتربة الضارة وكذلك ضد تسرب الماء المندفع من نافورة من جميع الاتجاهات .

الجدول (٣-٣)

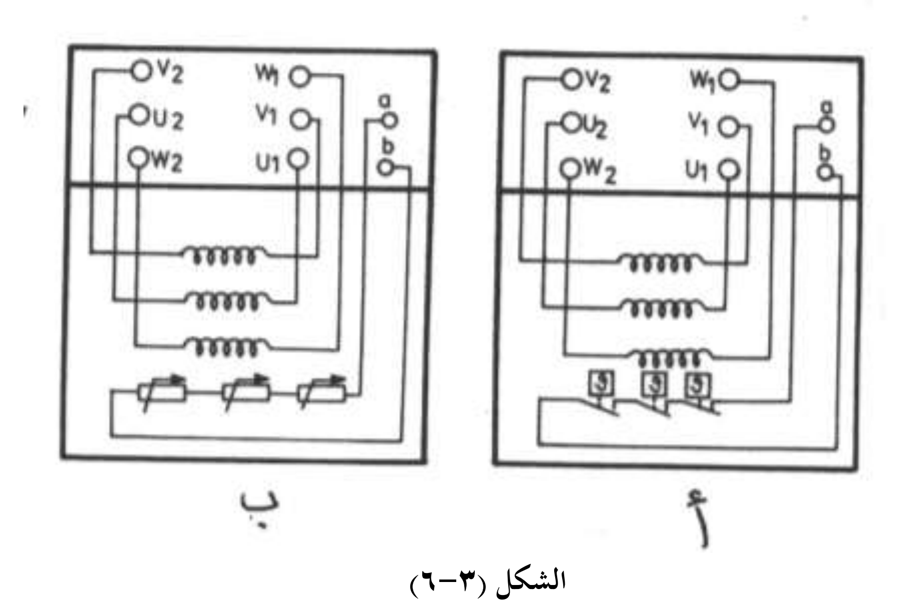
	الرقم المميز X		الرقم المميز Y
	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة .		وقاية ضد تسرب الماء .
0	بدون وقاية	0	بدون وقاية
1	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 50mm ملي متر .	1	وقاية ضد تسرب الماء الساقط عموديا داخل الجهاز .
2	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 12mm ملي متر .	2	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 15^0 بالنسبة للاتجاه الرأسي .
3	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 2.5mm ملي متر .	3	وقاية ضد تسرب قطرات الماء الساقطة بزاوية 60^0 بالنسبة للاتجاه الرأسي .
4	وقاية ضد تسرب الأجسام الصلبة ذات القطر الأكبر من 1mm ملي متر .	4	وقاية ضد دخول رزاز الماء من جميع الاتجاهات
5	وقاية ضد تسرب الأتربة الضارة .	5	وقاية ضد دخول رزاز الماء بشكل نافورة في جميع الاتجاهات .
6	وقاية كاملة ضد تسرب الأتربة .	6	وقاية ضد الغمر داخل الماء لمدة صغيرة .
		7	وقاية كاملة ضد الغمر داخل الماء .
		8	وقاية كاملة ضد الغمر لأي فترة زمنية تحت ارتفاع معين من سطح الماء .

٣-٢-٢ المحركات المزودة بمقومات حرارية PTC

وعادة تزداد المحركات الاستنتاجية ذات الملفات الثلاثة بمفاتيح وقاية حرارية أو مقاومات حرارية PTC داخل الملفات الثلاثة من أجل حماية هذه المحركات من ارتفاع درجة حرارتها .

والشكل (٣-٦) يعرض محرك بمفاتيح حرارية (الشكل أ) ومحرك بمقاومات حرارية (الشكل ب) .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



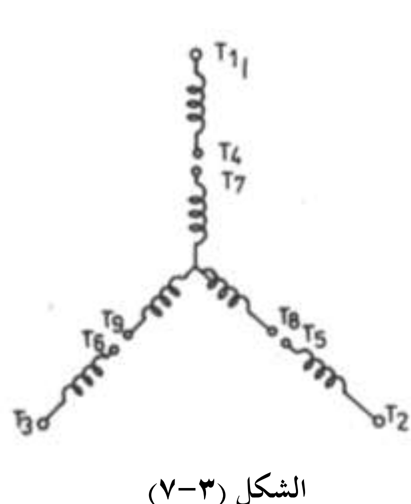
الشكل (٣-٦)

حيث أن :-

أطراف الملف الأول هي	U1 – U2
أطراف الملف الثاني هي	V1 – V2
أطراف الملف الثلث هي	W1 – W2
أطراف المفاتيح الحرارية هي	a – b
أطراف المقاومات الحرارية هي	a – b

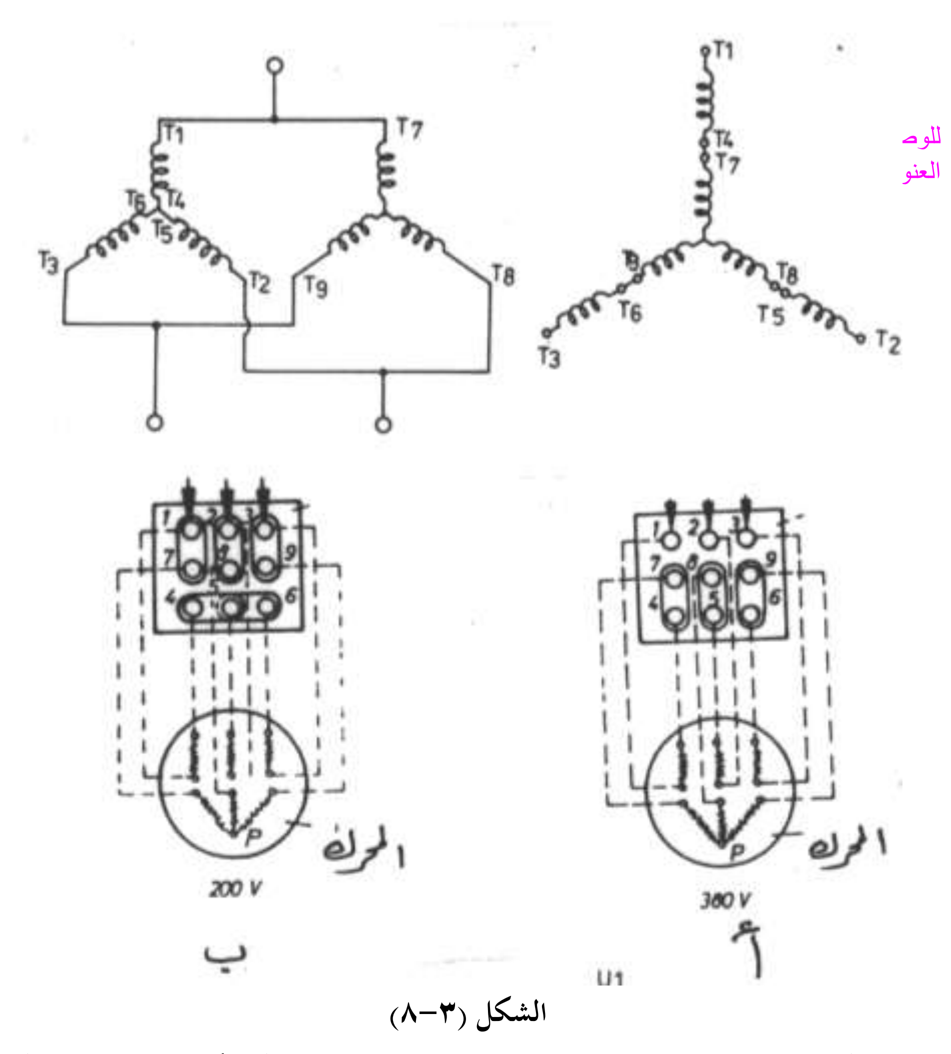
٣-٣ المحركات الاستنتاجية ذات الملفات الستة

الشكل (٣-٧) يعرض ملفات المحرك الاستنتاجي ذات الملفات الستة ويلاحظ أن ثلاثة ملفات موصلة نجما وأطرافهم هي (T7 ,T8 , T9) وثلاثة ملفات منفصلة وهي (T1–T4) , (T2–T5) , (T3–T6) ومعظم هذه المحركات تكون أمريكية الصنع وهي تعمل على جهدين تشغيل وهما 200 /380V فإذا كان جهد المصدر 200V توصل هذه المحركات نجما قصيرة وإذا كان جهد التشغيل 380V توصل هذه المحركات نجما طويلة .



الشكل (٣-٧)

للوص
العنو

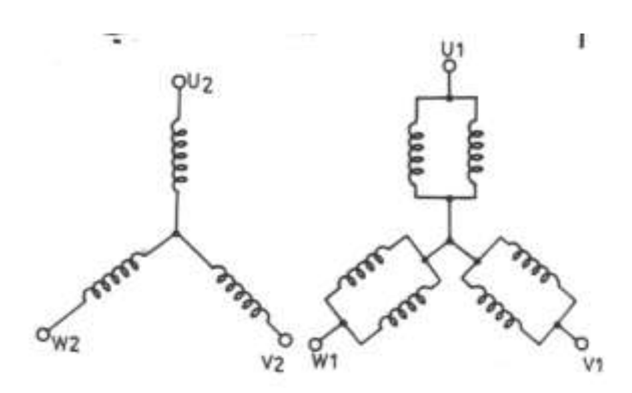


الشكل (٣-٨)

والشكل (٣-٨) يبين طريقة توصيل هذه الملفات نجما طويلة (الشكل أ) ونجما قصيرة (الشكل ب) ، ولتقليل تيار بدء هذه المحركات يتم توصيل الملفات (T2–T5) ، (T1–T4) ، (T3–T6) نجما بالمصدر الكهربي وعند وصول سرعة المحرك إلى 90% من السرعة المقننة تدخل الملفات T7 – T8 – T9 بالتوازي مع الأولى .

٣-٤ المحركات الاستنتاجية ذات الملفات الجزئية

الشكل (٣ – ٩) يعرض الملفات الخاصة بمحرك استنتاجي بملفات جزئية وصممت هذه المحركات من أجل تقليل تيار البدء حيث يعمل المحرك بالملفات التي أطرافها (U1–V1–W1) لمدة ثانية واحدة فيكون تيار البدء حوالي 75% من تيار البدء المباشر ثم بعد ذلك تدخل الملفات التي أطرافها (U2–V2–W2) في الدائرة .



الشكل (٣-٩)

٣-٥ المحركات الاستنتاجية ذات السرعتين

تنقسم المحركات الاستنتاجية ذات السرعتين إلى :-

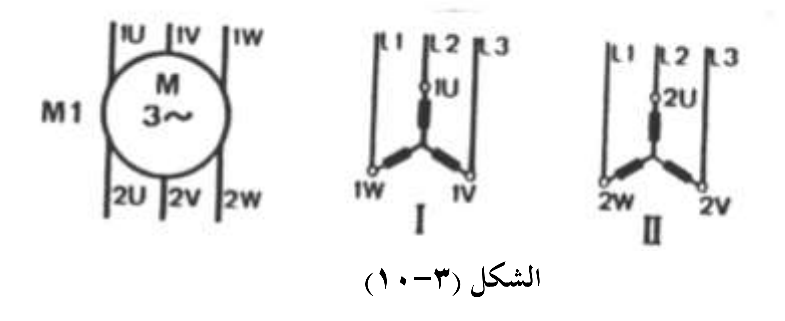
١- محركات استنتاجيه تحتوى على مجموعتين من الملفات المنفصلة توصل كلا منهما على شكل نجما بحيث أن عدد أقطاب المجموعة الأولى من الملفات يختلف عن عدد أقطاب المجموعة الثانية من الملفات ، ومن المعروف انه يمكن تغيير سرعة المحرك بتغيير عدد أقطاب المحرك من القانون التالي والذي يوضع العلاقة بين السرعة N وعدد الأقطاب P والتردد F .

$$N = 120 F / P \quad (RPM)$$

فإذا كان التردد 50 HZ وكانت عد أقطاب الملف الأول 4 والثاني 6 فإن :-

$$N_1 = 120 * 50 / 4 = 1500 \text{ RPM}$$
$$N_2 = 120 * 50 / 6 = 1000 \text{ RPM}$$

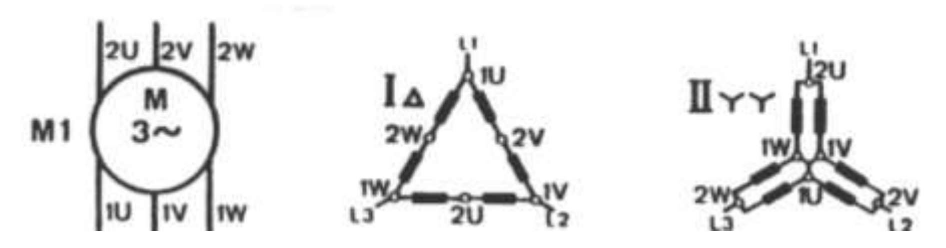
والشكل (٣-١٠) يبين رمز محرك استنتاجي ذو ملفات منفصلة وطريقة توصيله مع المصدر للدوران بالسرعة الأولى I والسرعة الثانية II .



الشكل (٣-١٠)

٢- محركات دالندر Dahlander Motors وهى محركات استنتاجيه تحتوى على مجموعة واحدة من الملفات ولكن يتم توصيلها بطريقتين مختلفتين للحصول على عدد أقطاب مختلفة ومن ثم يمكن الحصول على سرعتين مختلفتين علما بان النسبة بين السرعتين التي يتم الحصول عليهما من هذه المحركات هي 2 : 1 ولهذه المحركات ست أطراف وهى (1U , 1V , 1W) و(2V ,2U, 2W) تماما مثل المحركات الاستنتاجية ذات الملفات المنفصلة وتوصل هذه المحركات Δ في السرعة المنخفضة وتوصل YY في السرعة العالية .

والشكل (٣-١١) يبين رمز المحرك وطريقة توصيله مع المصدر للدوران بالسرعة المنخفضة I وتكون الملفات موصلة Δ وطريقة توصيله مع المصدر للدوران بالسرعة العالية II وتكون الملفات موصله YY .



الشكل (٣-١١)

٣-٦ أعطال المحركات الكهربية الثلاثية الوجه

الجدول (٣-٤) يعرض أعطال المحركات الكهربية الثلاثية الوجه وأسبابها وطرق إصلاحها

الجدول (٣-٤)

العطل	الأسباب المحتملة	طرق الإصلاح
A-المحرك يفشل عند البدء	1- جهد المصدر منخفض. 2- توصيل غير صحيح. 3- المتمم الحراري مفصول. 4- سقوط أحد الأوجه الثلاثة وهذا يحدث طنين عند البدء. 5- حمل زائد على المحرك . 6- خلل في دائرة التحكم أو الدائرة الرئيسية.	1- عدل توصيله المحرك حتى تناسب جهد المصدر. 2- وصل المحرك تبعا للدائرة الرئيسية . 3- حرر المتمم الحراري بعد إزالة سبب زيادة الحمل . 4- استبدل المصهر المحترق بآخر سليم. 5- قلل حمل البدء أو بدل المحرك بآخر يناسب الحمل . 6- حاول أن تكشف مكان الخطأ كما هو موضح بالفقرة ١٢-١.
B-المحرك لا يصل للسرعة المقننة له .	1- جهد المصدر الكهربي ينخفض أثناء دوران المحرك . 2- حمل البدء عال .	1- استبدل موصلات المحرك بأخرى لها مساحة مقطع أكبر . 2- استبدل المحرك بآخر مناسب أو حاول تقليل الحمل عند البدء
C-المحرك يهتز ويحدث طنينا عاليا .	١-يوجد خلل في التثبيت. ٢-سقوط أحد الأوجه (أحد الأوجه مفصولة عن المحرك) . ٣-كراس المحور تالفة. ٤-عدم استقامة المحرك مع الحمل .	1- أعد ضبط تثبيت المحرك مع الحمل . 2- بدل المصهر التالف بآخر سليم . 3-بدل كراس المحور. 4-ضبط استقامة المحرك مع الحمل .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

تابع الجدول (٣-٤)

العطل	الأسباب المحتملة	طرق الإصلاح
D-المحرك ترتفع درجة حرارته عند التشغيل .	1- زيادة الحمل على المحرك . 2- وجود قاذورات تمنع التبريد . 3- سقوط أحد الأوجه. 4- جهد المصدر الكهربي أكبر أو أقل من الجهد المقنن للمحرك . 5- ضعف عزل المحرك. 6- جهود المصدر الكهربي غير متزنة .	1- قلل الحمل أو استبدل المحرك بآخر يناسب الحمل وربما تكون السيور مشدودة أكثر من اللازم. 2- نظف شبكة تبريد المحرك . 3- بدل المصهر التالف بآخر سليم . 4- افحص جهد المصدر بحيث يجب ألا يقل أو يزيد عن 10% من الجهد المقنن. 5- أعد لف المحرك أو بدله . 6- أعد توزيع الأحمال الأحادية الوجه على الشبكة الكهربية حتى تتساوى جهود الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربي.

الباب الرابع

السخانات والمحولات ولمبات الإضاءة

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

السخانات والمحولات ولمبات الإضاءة

٤-١ السخانات الكهربية

للسخانات الكهربية وظائف أساسية وهى كما يلى :-

١- إذابة الثلج المتراكم على المبخر والذي يقلل من الانتقال الحراري من الحمل الحراري إلى المبخر ومن ثم يقلل من كفاءة التبريد .

٢- تسخين صندوق مرفق الضواغط أثناء توقف الضاغط وذلك لرفع درجة حرارة الضاغط لمنع رجوع سائل مركب التبريد إلى الضاغط من خط الطرد وهذا يمنع خروج الزيت أثناء بدء دوران الضاغط والذي قد يؤدى إلى انكسار صمامات الضاغط وتلف الضاغط .

٣- تبخير الماء الناتج عن ذوبان الثلج والمتجمع في أوعية تجميع ماء الصرف.

٤- منع تكون الثلج حول المراوح وفي مسارات الهواء البارد وفي خطوط الماء الناتج عن ذوبان الثلج.

٥- فصل الثلج من وعاء الثلج وتقطيعه على شكل مكعبات في ماكينات صناعة الثلج .   والجدير بالذكر أن السخان الكهربي ما هو إلا مقاومة كهربية ترتفع حرارتها عند مرور التيار الكهربي بها وتنتقل الحرارة منها إلى الوسط المحيط بالإشعاع أو الحمل ، وفي حالة استخدام هذه السخانات في إذابة الصقيع المتكون على المبخر يوضع هذا السخان فوق المبخر ويتم التحكم في تشغيل السخان بواسطة مؤقت إذابة الصقيع والذي يقوم بدوره بالتحكم في وقت وزمن تشغيل السخان مثال ذلك تشغيل السخان الساعة 12 ظهرا لمدة نصف ساعة وكذلك الساعة 12 مساء لمدة نصف ساعة .

٤-١-١ سخانات إذابة الصقيع

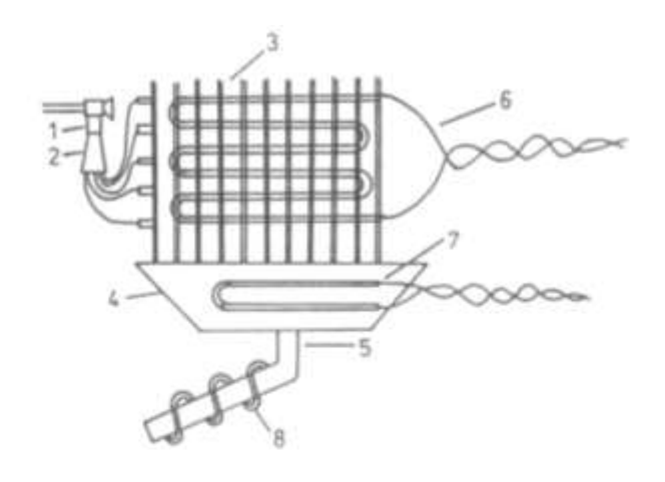
الشكل (٤-١) يوضح طريقة تثبيت السخان على المبخر وكذلك طريقة تثبيت سخان حول وعاء تجميع الماء المذاب والناتج عن ذوبان الثلج وكذلك طريقة تثبيت سخان في خط صرف الماء الذائب.

حيث أن :-

صمام التمدد الحراري	1
موزع السائل	2
المبخر	3

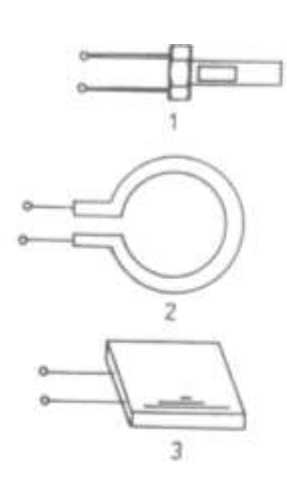
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

وعاء تجميع الماء المذاب	4
خط صرف الماء المذاب	5
سخان المبخر	6
سخان وعاء تجميع الماء	7
سخان خط صرف الماء المذاب	8



الشكل (٤-١)

٤-١-٢ سخانات صندوق المرفق Crank Case Heater

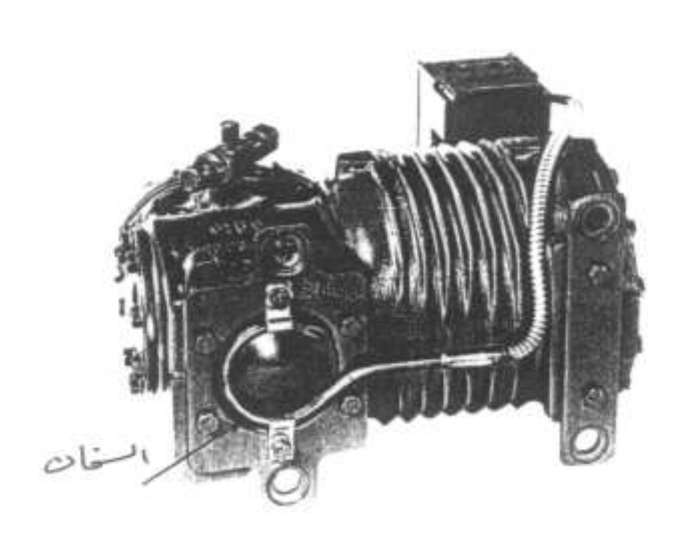


الشكل (٤-٢)

الغرض من استخدام سخان صندوق عمود المرفق هو رفع درجة حرارة صندوق عمود المرفق للضاغط أثناء توقف الضاغط لدرجة حرارة أعلى من درجة حرارة ملف المبخر وذلك لمنع امتزاج سائل التبريد مع الزيت . فمن المعلوم انه عند ترك الضاغط في مكان بارد وأبرد من ملف التبريد يكون من المحتمل أن ينتقل مركب التبريد إلى الضاغط ، وفي حالة بدء دوران الضاغط مع عدم وجود سخان بصندوق عمود المرفق فان سائل التبريد الذائب مع الزيت سوف يتبخر وينتج عن ذلك تكون فقاقيع من الزيت ومركب التبريد ويخرج جزء كبير من الزيت من الضاغط مع مركب التبريد وهذا يؤدى إلى حدوث طرقات شديدة بالضاغط Slugging

والتي تؤدى إلى تلف في صمامات الضاغط بالإضافة إلى أن عملية تزييت الضاغط ستقل عند انخفاض درجة حرارة الزيت وهذا يزيد من الاحتكاك .

وهناك عدة أنواع من سخانات صندوق عمود المرفق بعضها مبين بالشكل(٤-٢) وهم كما يلي:



الشكل (٤-٣)

١- سخان من النوع الذى يغمس داخل صندوق المرفق (الشكل 1) .

٢- سخان من النوع الذى يحيط بالضاغط وله أشكال كثيرة أحدهم مبين (بالشكل 2) .

٣- سخان من النوع الذى يثبت أسفل الضاغط (الشكل 3) .

والشكل (٤-٣) يبين طريقة تثبيت أحد أنواع سخانات صندوق المرفق مع ضواغط شركة Copeland .

وعادة يتم تشغيل سخان صندوق عمود مرفق الضاغط طوال فترة توقف الضاغط وتكون قدرته صغيرة فهي لا تتجاوز 70W وبعض الشركات المصنعة لوحدات التبريد تشترط أنه يجب تشغيل سخان صندوق المرفق لمدة 12 ساعة على الأقل قبل تشغيل الوحدة لأول مرة .

٤-٢المحولات الكهربية

عادة تستخدم المحولات الكهربية من أجل خفض الجهد الكهربي الخاص بدائرة التحكم ، فالمحول الكهربي هو جهاز يقوم بخفض أو رفع الجهد المتردد ويتكون المحول من ملفين أحدهما يسمى بالملف الابتدائي Primary Winding والثاني يسمى بالملف الثانوي Secondary Winding .

فإذا كان عدد لفات الملف الابتدائي هو N_1 وعدد لفات الملف الثانوي هو N_2 فان :

$$N_1 / N_2 = V_1 / V_2 = I_2 / I_1$$

حيث أن :-

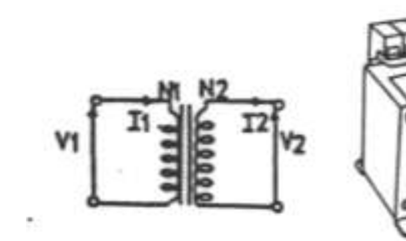
جهد الملف الابتدائي	V_1	تيار الملف الابتدائي	I_1
جهد الملف الثانوي	V_2	تيار الملف الثانوي	I_2

والشكل (٤-٤) يعرض نموذج لأحد المحولات والدائرة المكافئة له .

وفيما يلي جهود الملفات الثانوية لمحولات التحكم :-

24V , 48V , 110V

ومن أهم فوائد محولات التحكم (المستخدمة في خفض جهد التحكم) التقليل من تيار القصر عند حدوث قصر بدائرة التحكم وذلك لأن المقاومة الداخلية للمحول تكون كبيرة ومن ثم يتم حماية الدائرة الكهربية من التلف عند القصر .

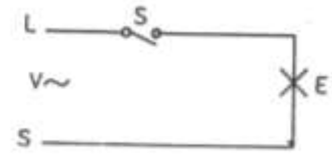


الشكل(٤-٤)

٤-٣لمبات الإضاءة ومفاتيح الأبواب

تزود جميع الثلاجات والفريزرات سواء كانت منزلية أو تجارية بلمبات إضاءة وعادة تكون لمبات إضاءة متوهجة للثلاجات والفريزرات المنزلية وتكون لمبات إضاءة فلورسنت للثلاجات والفريزرات التجارية .

والشكل (٤-٥) يعرض الدائرة الكهربية لتشغيل لمبة إضاءة متوهجة فعند غلق مفتاح الباب S تضيء لمبة الإضاءة E علما بان مفتاح الإضاءة S يكون مغلق عندما يكون الباب مفتوحا ويكون مفتوحا عندما يكون الباب مغلقا.

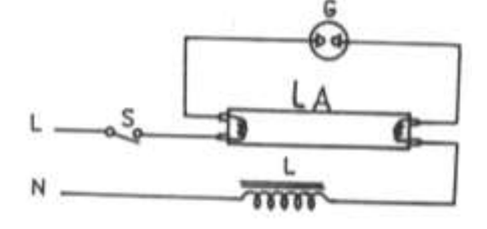


الشكل (٤-٥)

والشكل (٤-٦) يعرض الدائرة الكهربية لتشغيل لمبة إضاءة فلورسنت .

حيث أن :-

مفتاح الباب	S
بادئ متوهج(Starter)	G
لمبة فلورسنت	LA
ملف خانق Chock Coil	L



الشكل (٤-٦)

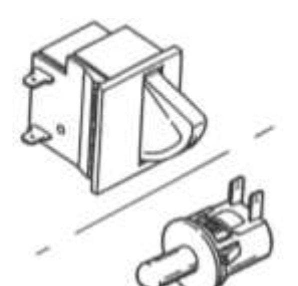
والجدير بالذكر أن هناك ثلاثة أنواع من مفاتيح الإضاءة المستخدمة في تشغيل لمبات الإضاءة وهم كما يلي :-

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

١- مفتاح إضاءة يثبت على الباب ويستخدم مع الثلاجات والفريزرات الرأسية.

٢- مفتاح إضاءة زئبقي يعمل عند إمالتة ويستخدم مع الفريزرات الصندوقية .

٣- مفتاح إضاءة عادى كالمستخدم في المنازل يتم تشغيله باليد ويستخدم في غرف التبريد والتجميد والشكل (٤-٧) يعرض نموذجين لمفتاح إضاءة يثبت على أبواب الثلاجات والفريزرات الرأسية المنزلية والتجارية والتي يتم تشغيلها بالدفع وتكون مغلقة عند فتح الباب (عند إزالة الضغط من عليها) في حين تكون مفتوحة عند غلق الباب (عند الضغط عليها) .



الشكل (٤-٧)

والشكل (٤-٨) يعرض مخطط توضيحي لمفتاح زئبق ويستخدم في معظم الفريزرات الصندوقية حيث يثبت على باب الفريزر الصندوقي .

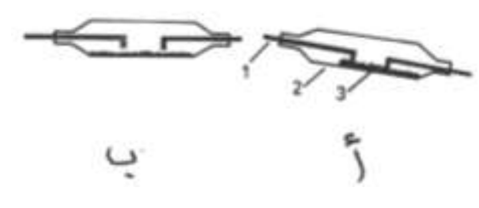
ففي الشكل (أ) تكون ريشة المفتاح مغلقة وذلك في الوضع المائل وفي الشكل ب تكون ريشة المفتاح مفتوحة وذلك في الوضع الأفقي .

حيث أن : -

أطراف توصيل المفتاح 1

انتفاخ زجاجي 2

زئبق 3



الشكل (٤-٨)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الخامس

عناصر التحكم في أجهزة التبريد والتكييف الصغيرة

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

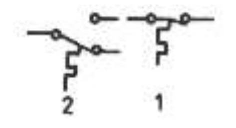
عناصر التحكم في أجهزة التبريد والتكييف الصغيرة

٥-١ منظمات درجة حرارة أجهزة التبريد الصغيرة Thermostat's

الثرموستات هو جهاز يتحكم في وصل وفصل الضاغط تبعا لدرجة حرارة حيز التبريد ويمكن تقسيم منظمات درجة حرارة أجهزة التبريد المنزلية (الثلاجات –الفريزرات) ومبردات الماء إلى:-

١- الثرموستات ذات البصيلة Sensing Bulb Thermostat .
٢- ثرموستات الهواء البارد ATC Air Sensing Thermostat .
٣- ثرموستات دامبر الهواء Damper Thermostat .
٤- ثرموستات المعدن الثنائي Bimetal Thermostat .

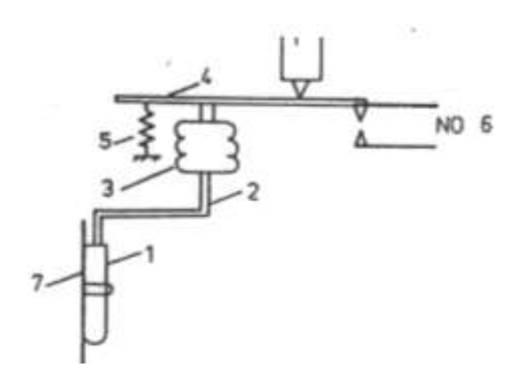
وفيما يلى رمز ثرموستات بسلكين (الرمز 1) وثرموستات بثلاثة أسلاك (الرمز 2)



٥-٢ الثرموستات ذات البصيلة

يتكون الثرموستات ذات البصيلة من ثلاثة عناصر وهم :-

١- بصيلة
٢- أنبوبة شعرية
٣- مفتاح



ويتم تثبيت بصيلة الثرموستات ملامسة للمبخر بالطريقة التي تضمن الملامسة المستمرة مع المبخر وتحتوى البصيلة على سائل متطاير ويكون عادة ثاني أكسيد الفوسفور أو كلوريد المثيل .

والشكل (٥-١) يبين فكرة عمل الثرموستات ذات البصيلة

الشكل (٥-١)

حيث أن :-

البصيلة 1

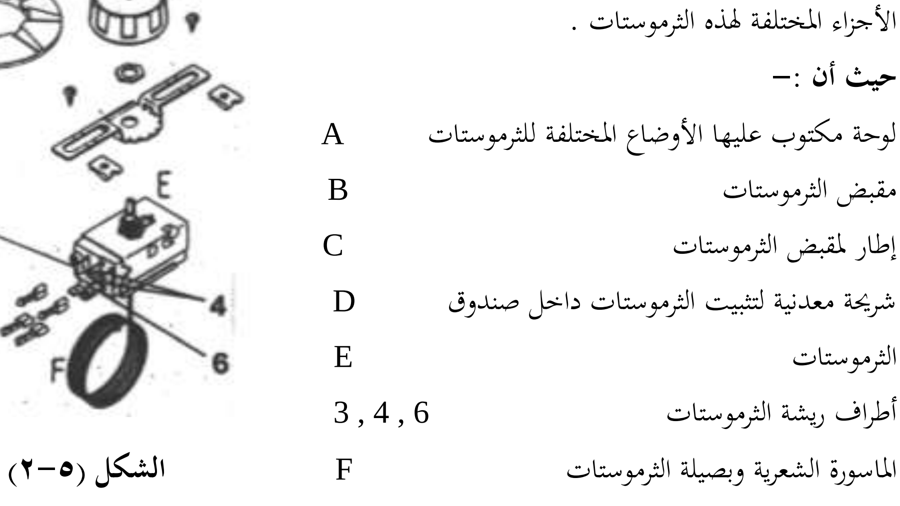
أنبوبة شعرية	2
منفاخ	3
ذراع متحرك	4
ياي	5
ريشة مفتوحة	6
المبخر	7

فعندما ترتفع درجة حرارة المبخر يتبخر سائل الفريون الموجود في بصيلة الثرموستات 1 ويزداد الضغط في المنفاخ 3 فيدفع الذراع المتحرك لمفتاح الثرموستات فيغلق ريشة الثرموستات 6 وبمجرد انخفاض درجة حرارة المبخر يقل ضغط الفريون داخل بصيلة الثرموستات 1 ومن ثم يقل الضغط في المنفاخ 3 فيعود الذراع المتحرك 4 بفعل الياي 5 لوضعها الطبيعي وتفتح الريشة 6 .

والجدير بالذكر أن شركة Danfoss تنتج ثمانية أنواع من منظمات درجة الحرارة ذات البصيلة تنتمي للعائلة (077 B) فالأربعة أنواع الأولى No.1 , No.2 , No.3 , No.4 خاصة بالثلاجات والثلاثة أنواع التالية No.5 , No.6 , No.7 خاصة بالفريزرات والنوع الأخير No.8 خاص بمبردات الماء والشكل (٥-٢) يعرض الأجزاء المختلفة لهذه الثرموستات .



حيث أن :-



لوحة مكتوب عليها الأوضاع المختلفة للثرموستات	A
مقبض الثرموستات	B
إطار لمقبض الثرموستات	C
شريحة معدنية لتثبيت الثرموستات داخل صندوق	D
الثرموستات	E
أطراف ريشة الثرموستات	3 , 4 , 6
الماسورة الشعرية وبصيلة الثرموستات	F

الشكل (٥-٢)

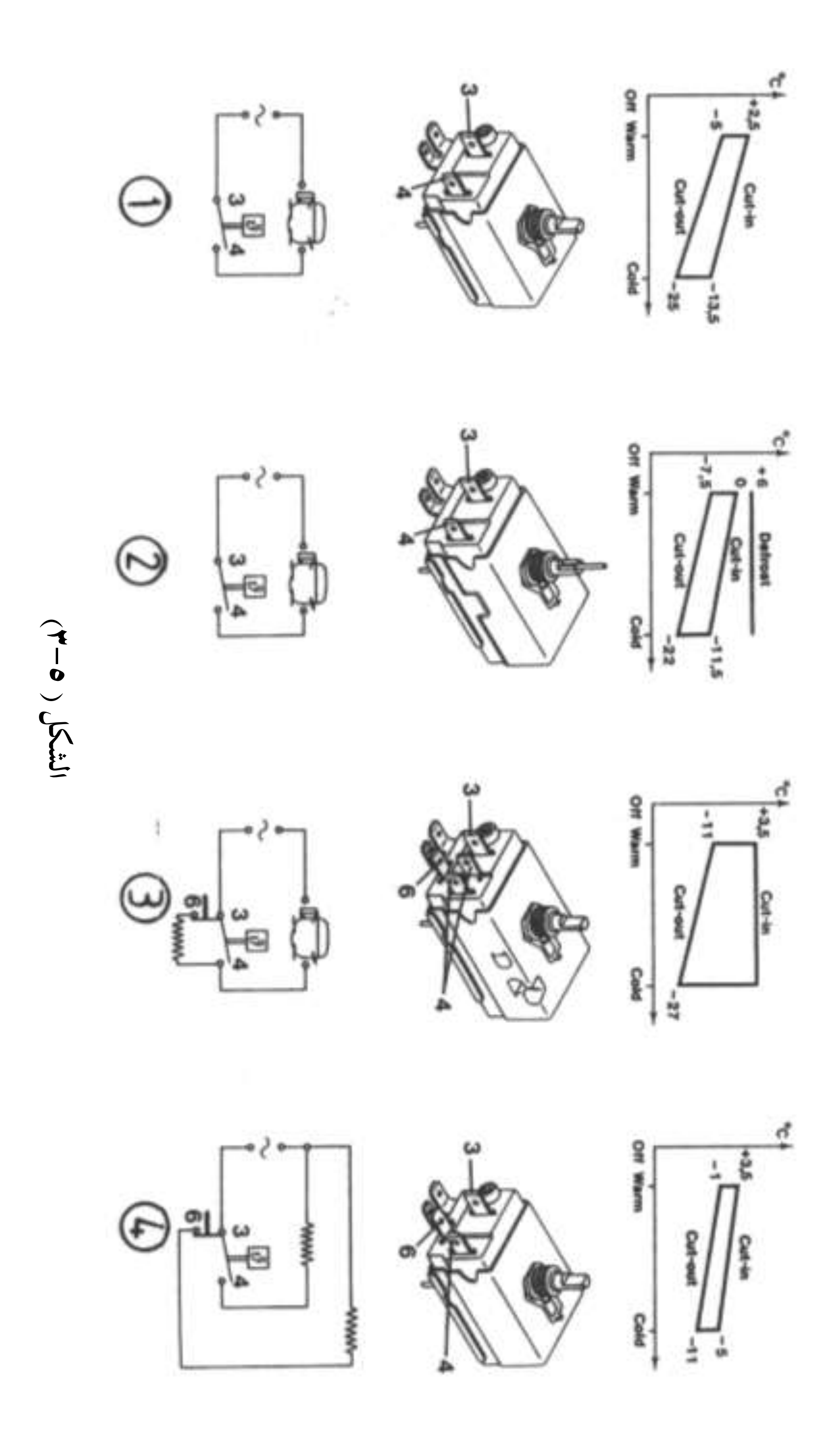
والجدول (٥-١) يعقد مقارنة بين خواص هذه الأنواع الأربعة الخاصة بالثلاجات .

والشكل (٥-٣) يعرض خواص وشكل مخطط التوصيل لهذه الأنواع .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٥-١)

الرقم	الاستخدام	درجة الحرارة				
		الوضع الدافيء وصل / فصل	الوضع البارد وصل / فصل	درجة حرارة انتهاء إذابة الصقيع	طول الماسورة الشعرية بالبوصة	ملاحظات
١	الثلاجات ذات دوائر التبريد العادية .	-5.5/+2	-25/-13.5	+6	1.3	
٢	الثلاجات المزودة بضاغط لبدء إذابة الصقيع يدويا وتعود لدورة التبريد العادية عند ست درجات .	-7.5/0	-21/-11	+6	1.3	
٣	الثلاجات المزودة بنظام لاذابة الصقيع أتوماتيكيا	-11/+3.5	-27.5/+3.5	+6	1.6	مزود بمفتاح إضافي (3-6)
٤	الثلاجات العاملة بالامتصاص .	-1/+3.5	-11/-5	+6	1.5	مزود بمفتاح إضافي



الشكل (٥–٣)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

حيث أن :-

وضع الإيقاف	Off	بارد	Cold	فصل	Cut out
ساخن	Warm	وصل	Cut-in	إذابة صقيع	Defrost

التعريف بمحتويات الشكل (٥-٣) :-

النوع الأول :- يغلق الريشة 4-3 ليكتمل مسار تيار الضاغط عندما تكون درجة حرارة المبخر تتراوح ما بين ($+2.5^{o}C$: 5-) تبعا لوضع ضبط الثرموستات وتفتح الريشة 4-3 ليتوقف الضاغط عندما تكون درجة حرارة المبخر تتراوح ما بين ($-25^{o}C$: 12.5-) تبعا لوضع ضبط الثرموستات .

النوع الثاني يكون مزود بذراع مثبت عند مكان المعايرة فعند دفعه تفتح ريشه الثرموستات 4-3 ولا تغلق مرة أخرى إلا عند وصول درجة حرارة المبخر إلى $6^{0}C$.

النوع الثالث يكون مزود بريشة إضافية 6-3 ويتم توصيل النقاط 4,6 مع سخان إذابة الصقيع فعندما تكون ريشة الثرموستات 4-3 مفتوحة (عند الوصول لدرجة حرارة الفصل) يعمل السخان.

النوع الرابع يكون مزود بريشة إضافية 6-3 وهذه الريشة توصل بالتوالي مع سخان إذابة الصقيع في حين توصل الريشة الرئيسية 4-3 مع سخان غلاية الثلاجة العاملة بالامتصاص فعندما تكون ريشة الثرموستات 4-3 مفتوحة (عند الوصول لدرجة حرارة الفصل) يعمل سخان إذابة الصقيع . والجدول (٥-٢) يعقد مقارنة بين خواص الأنواع الأربعة الخاصة بالفريزرات ومبردات الماء .

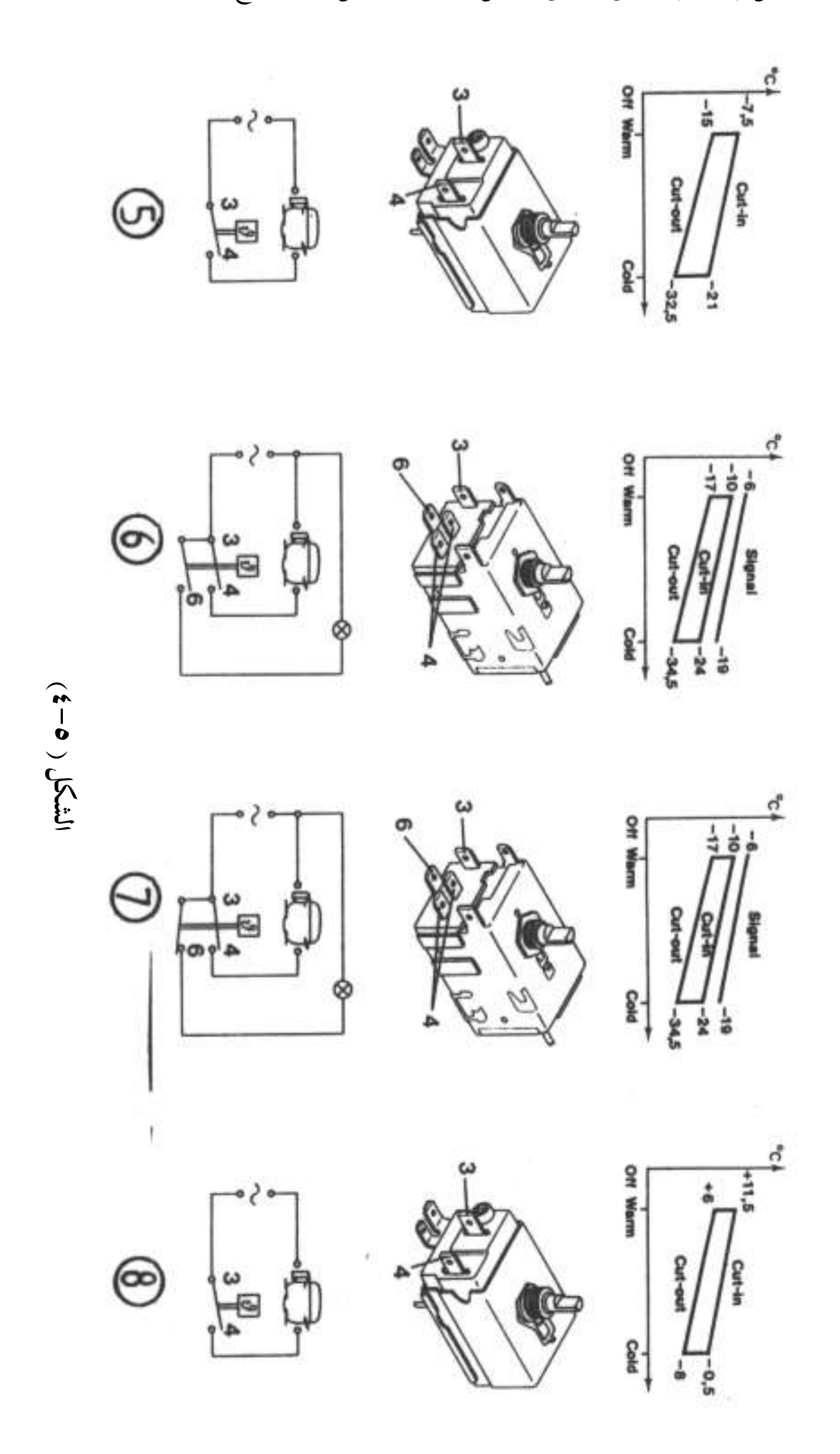
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٥-٢)

الرقم	الاستخدام	درجة الحرارة				
		الوضع الدافيء وصل / فصل	الوضع البارد وصل / فصل	درجة حرارة انتهاء إذابة الصقيع	طول الماسورة الشعرية بالبوصة	ملاحظات
٦	الفريزرات العادية	-15/-7.5	-32.5/-4		2.3	
٧	الفريزرات المزودة بلمبة حمراء تضيء عند ارتفاع درجة حرارة الثلاجة لحدود غير آمنة	-17/-10	-34.5/-24	-6	2.3	يستخدم معها لمبة حمراء تضيء عند ارتفاع درجة الحرارة لحدود غير آمنة
٨	الفريزرات المزودة بلمبة بيان تضيء عند التشغيل الطبيعي وتنطفيء عند ارتفاع درجة الحرارة .	-17/-10	-34.5/-24	-6	2.3	يستخدم معها لمبة خضراء تضيء عند الظروف الطبيعية
٩	برادات الماء	6/11.5	-8.5/-1		2.0	

حيث أن :– إشارة   Signal

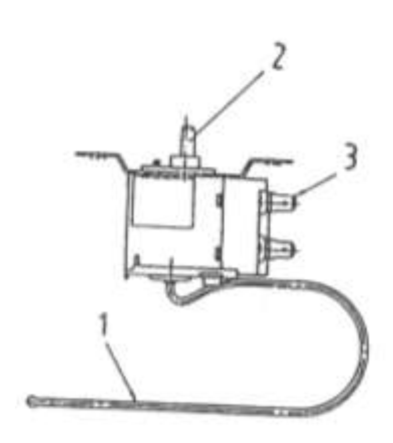
والشكل (٥–٤) يعرض خواص وشكل ومخطط التوصيل لهذه الأنواع .



الشكل (٥–٤)

٥-٣ ثرموستات الهواء البارد ATC

لا يختلف تركيب هذا النوع عن الثرموستات ذات البصيلة عدا أن البصيلة والأنبوبة الشعرية تستبدل بأنبوبة شعرية قصيرة لا يزيد طولها عن (30 cm) وتوضع هذه الأنبوبة في حيز الهواء المطلوب تنظيم درجة حرارته . والشكل (٥-٥) يعرض نموذج لثرموستات هواء بارد من إنتاج شركة Sanyo ويستخدم في الثلاجات المنزلية .



الشكل (٥-٥)

حيث أن :-

أنبوبة شعرية	1
عمود قرص الضبط	2
أطراف توصيل	3

ولهذه الثرموستات ثلاثة أوضاع وهم :

(دافيء – عادى – بارد)(Cold – Normal – Warm)

والجدول (٥-٣) يعطى قيم درجات حرارة الوصل ON والفصل OFF عند الأوضاع المختلفة للثرموستات .

الجدول (٥-٣)

الوضع / الحالة	دافيء Warm	عادى Normal	بارد Cold
وصل (ON)	-15.7 ^{0}C	-18±1.5 ^{0}C	-21.5 ^{0}C
فصل (OFF)	-20.3 ^{0}C	-23±1.5 ^{0}C	-27.1 ^{0}C

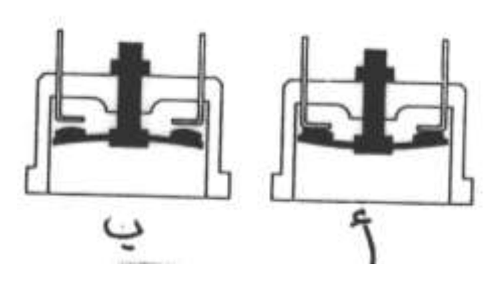
والجدير بالذكر أن ثرموستات الهواء البارد ATC يمكن أن يستخدم للتحكم في درجة حرارة حيز الأطعمة الطازجة مع استخدام دامبر يدوى للتحكم في درجة حرارة الفريزر وفي هذه الحالة يوضع عنصر الإحساس (الأنبوبة الشعرية) لثرموستات ATC في أعلى حيز الأطعمة الطازجة ، وإذا استخدم ثرموستات الهواء البارد ATC للتحكم في درجة حرارة الفريزر مع استخدام ثرموستات دامبر

هـواء للـتحكم في درجـة حـرارة حيـز الأطعمـة الطازجـة في هـذه الحالـة يوضـع عنصـر الإحسـاس لثرموستات ATC في أعلى الفريزر.

٥-٤ ثرموستات المعدن الثنائي

لا يختلف تركيب ولا شكل ثرموستات المعدن الثنائي عن عنصر وقاية المحركات وهو يستخدم مع السخانات الكهربية حيث يعمل على فصل السخان عند تجاوز درجة السخان $80\ ^0C$ ويعمل على إعادة وصل السخان الكهربي عند انخفاض درجة حرارة السخان وصولا الى $^0C\ 50$ ، وكذلك يستخدم ثرموستات المعدن الثنائي في إيقاف دورة إذابة الصقيع عند وصول درجة حرارة المبخر إلى $13\ ^0C$.

والشكل (٥-٦) يبين ثرموستات المعدن الثنائي في وضع الوصل (الشكل أ) وفي وضع الفصل (الشكل ب).



الشكل (٥-٦)

٥ -٥ ثرموستات دامبر الهواء

يستخدم ثرموستات دامبر الهواء في الثلاجات الحديثة الخالية من الثلج Defrost وذلك عند استخدام ثرموستات هواء بارد ATC للتحكم في درجة حرارة الفريزر مع استخدام ثرموستات دامبر الهواء في التحكم في درجة حرارة حيز الأطعمة الطازجة ويقوم ثرموستات دامبر الهواء بالتحكم في تدفق الهواء البارد المتجه إلى حيز الأطعمة الطازجة تبعا لدرجة الحرارة المضبوط عليها ويقوم ثرموستات ATC بالتحكم في وصل وفصل الضاغط .

والشكل (٥-٧) يبين قطاع في ثرموستات دامبر الهواء المستخدم في الثلاجات الحديثة المصنعة بشركة National .

حيث أن :-

دامبر الهواء 1

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

غلاف دامبر الهواء 2

عمود دامبر الهواء 3

منفاخ 4

ياي 5

عمود ضبط الثرموستات 6

محور ارتكاز(مفصلة) 7

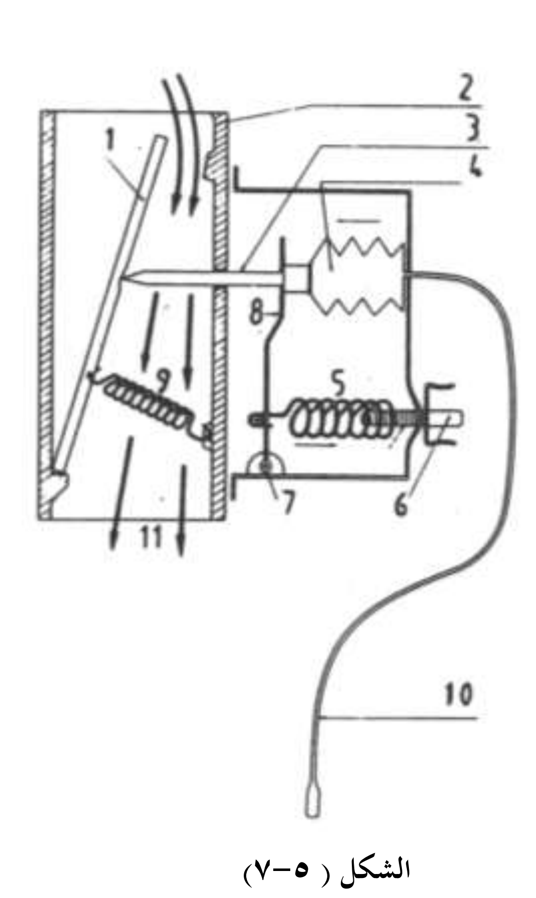
ذراع التحكم في الدامبر 8

ياي 9

عنصر الإحساس (أنبوبة شعرية) 10

الهواء البارد 11

والجدير بالذكر أنه كلما ارتفعت درجة حرارة حيز الأطعمة الطازجة يزداد ضغط غاز الفريون الموجود في عنصر الإحساس فيزداد الضغط داخل المنفاخ فيتقدم عمود دامبر الهواء ليفتح دامبر الهواء البارد ويزداد تدفق الهواء البارد والعكس بالعكس .



الشكل (٥-٧)

والجدول (٥-٤) يبين درجات حرارة الوصل والفصل لثرموستات دامبر هواء مستخدم في ثلاجة منزلية من إنتاج شركة National .

الجدول (٥-٤)

الوضع / درجة الحرارة ^0C	ساخن Warm	عادى Normal	بارد Cold
درجة حرارة الفصل ^0C	9.0	4.5	0.5
درجة حرارة الوصل ^0C	1.5	-3	-7.5

٥-٦ منظمات درجة حرارة مكيفات الغرف

يمكن تقسيم الثرموستاتات المستخدمة في لمكيفات لثلاثة أنواع وهم كما يلي :-

١- ثرموستات الغرفة .

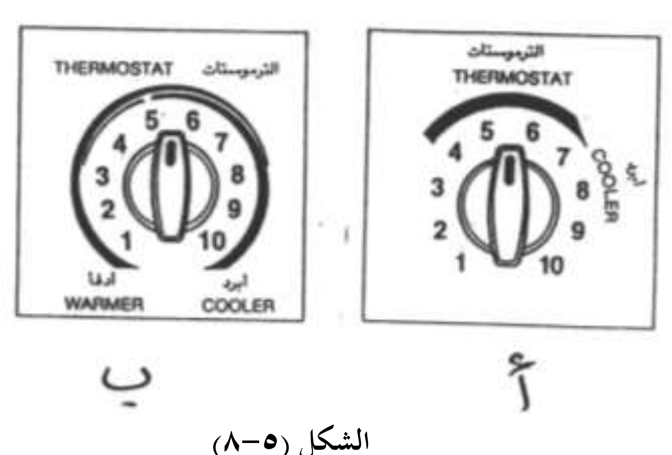
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٢- ثرموستات إذابة الصقيع DEICE

٣- ثرموستات المعدن الثنائي ولا يختلف عن ثرموستات المعدن الثنائي مع أجهزة التبريد الصغيرة

٥-٦-١ ثرموستات الغرفة

لا يختلف عن ثرموستات الهواء البارد المستخدم في الثلاجات عدا أن مدى درجات حرارة التشغيل تختلف . والشكل (٥-٨) يعرض نموذجين لوجه ثرموستات غرفة فالشكل (أ) يعرض وجه ثرموستات تبريد فقط والشكل (ب) يعرض وجه ثرموستات تبريد وتسخين .



الشكل (٥-٨)

والجدول ٥-٥ يبين درجات حرارة الوصل والفصل لثرموستات غرفة تبريد وتسخين .

الجدول (٥-٥)

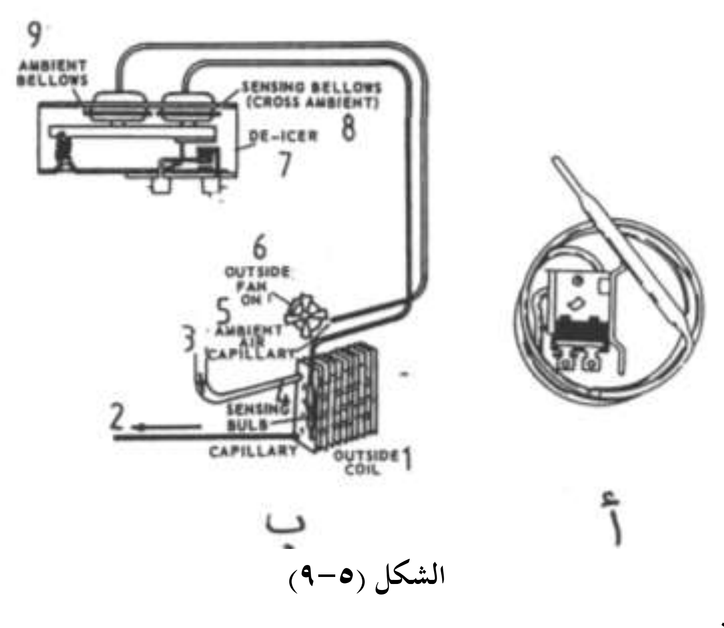
الوضع / نوع التشغيل	7	6	5	4	3	2	1
درجة حرارة الفصل (تبريد) درجة حرارة الوصل(تسخين)	20	22.5	25	27.5	30	30	32.5
درجة حرارة الفصل (تبريد) درجة حرارة الوصل(تسخين)	17.5	20	22.5	25	27.5	32.5	35

٥-٦-٢ ثرموستات إذابة الصقيع DEICE

هناك نوعان من ثرموستاتات إذابة الصقيع في المكيفات وهما :-

١- ثرموستات بمعدن ثنائي لا يختلف عن المستخدم في الثلاجات حيث يثبت فوق كيعان مواسير المكثف فعند انخفاض درجة حرارة مواسير المكثف إلى $+4^oC$ تفتح ريشة الثرموستات .

٢- ثرموستات بعنصرين إحساس والشكل (٥-٩) يعرض نموذج لهذا الثرموستات (الشكل أ) وطريقة تركيب عنصرين الإحساس لهذا الثرموستات (الشكل ب) .



الشكل (٥-٩)

حيث أن :-

المكثف (المبادل الحراري الخارجي)	1
الأنبوبة الشعرية لدورة التبريد	2
من الصمام العاكس لدورة التبريد	3
بصيلة ثرموستات إذابة الصقيع	4
الأنبوبة الشعرية لثرموستات إذابة الصقيع	5
مروحة المكثف	6
ثرموستات إذابة الصقيع	7
منفاخ الإحساس بدرجة حرارة المكثف	8
منفاخ الإحساس بدرجة حرارة الهواء المحيط	9
أطراف ريشة ثرموستات إذابة الصقيع	10

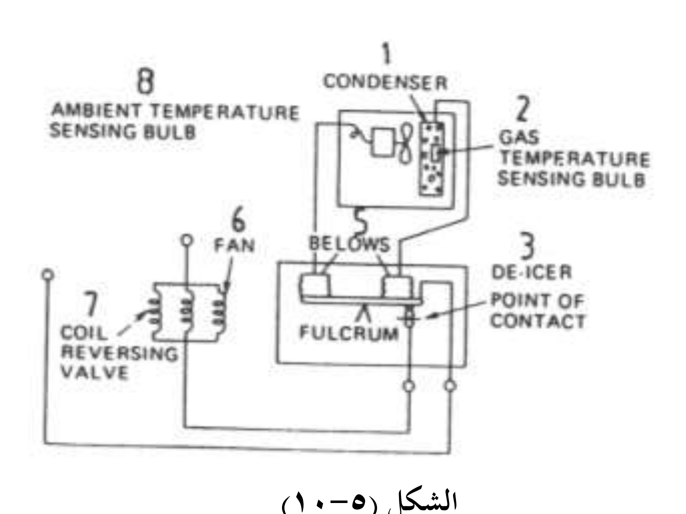
حيث يتم وضع عنصر الإحساس الأول (الأنبوبة الشعرية) في مكان دخول الهواء الجوي للمكثف في حين يتم تثبيت عنصر الإحساس الثاني (البصيلة) على أحد أكواع ملف المكثف وحتى يعمل المكيف كمضخة حرارية (يجب أن تنتقل الحرارة من الهواء الخارجي إلى مركب التبريد في المكثف

) فإذاكان الهواء الخارجي درجة حرارته أقل من 4^oC يتكون ثلج على المكثف ويتوقف الانتقال الحراري .

والشكل (٥-١٠) يبين نظرية عمل ثرموستات إذابة الصقيع في المكيفات التي تعمل كمضخة حرارية

حيث أن :-

المكثف	1	منفاخين	5
عنصر الإحساس بدرجة حرارة المكثف	2	ملف المروحة	6
ريش تلامس الثرموستات	3	ملف الصمام العاكس لدورة التبريد	7
محور ارتكاز	4	بصيلة الإحساس بدرجة الحرارة المحيطة بالمكثف	8



الشكل (٥-١٠)

نظرية التشغيل :-

عندما تكون درجة الحرارة المحيطة بالمكثف (المبادل الحراري الخارجي) أعلى من درجة حرارة المكثف يتمدد المنفاخين وتغلق ريشة ثرموستات إذابة الصقيع فيكتمل مسار تيار محرك المروحة وملف الصمام العاكس وتعمل المضخة الحرارية بصورة طبيعية .

وعندما تكون درجة الحرارة المحيطة بالمكثف أقل من 4^oC يتكون ثلج على ملف المكثف وبالتالي ينكمش المنفاخين وتفتح ريشة تلامس ثرموستات إذابة الصقيع فينقطع مسار تيار محرك المروحة وملف الصمام العاكس في هذه الحالة يعمل المكيف كدورة تبريد عادية مع توقف المروحة حتى يذوب الثلج على المكثف وعند ذوبان الثلج تغلق ريشة ثرموستات إذابة الصقيع من جديد ويكتمل مسار

المروحة وملف الصمام العاكس وتعمل المضخة الحرارية بصورة طبيعية للتدفئة . والجدول (٥-٦) يبين خواص ثرموستات إذابة الصقيع بعنصري إحساس .

الجدول (٥-٦)

درجة حرارة الهواء الخارجي c / درجة حرارة المكثف c	0	5	10	15
درجة حرارة الفصل ^{o}C	-7.5	-3.5	-1.5	-1
درجة حرارة الوصل ^{o}C	15	17	18	21

٥-٧ الصمام العاكس Reversing Valve

يتكون الصمام العاكس من ثلاثة عناصر وهم :-

١- الصمام الرئيسي .

٢- الصمام المرشد .

٣- ملف كهربي .

ويستخدم الصمام العاكس في عكس دورات التبريد في المكيفات بغرض تشغيل المكيف للتسخين بدلا من التبريد وللصمام الرئيسي مدخل رئيسي واحد يوصل بمخرج الضاغط وثلاثة مخارج المخرج الأوسط يوصل بمدخل الضاغط وأحد المخرجين الآخرين يوصل بالمبادل الحراري الخارجي والآخر يوصل بالمبادل الحراري الداخلي وبداخل الصمام مكبسين متصلين معا ويتحكم في حركة مكبس الصمام ملف كهربي يتحكم في الصمام المرشد حيث يخرج منه ثلاثة مسارات أحدهما A توصل بجسم الصمام الرئيسي من ناحية المكبس الأيسر والآخر B يوصل بالصمام الرئيسي من ناحية المكبس الأيمن والمسار C يوصل بمخرج الصمام الرئيسي الأوسط الموصل بمدخل الضاغط والشكل (٥-١١) يبين طريقة توصيل الصمام العاكس مع باقي أجزاء دورة التبريد في وضع تبريد (الشكل أ) وفي وضع التسخين (الشكل ب) .

حيث أن :–

ملف الصمام	1
المبادل الحراري الخارجي	2
أنبوبة شعرية	3
المبادل الحراري الداخلي	4
الضاغط	5
الصمام الرئيسي	6
الصمام المرشد	7

نظرية التشغيل :–

عند انقطاع التيار الكهربي عن ملف الصمام العاكس 1 يتصل المسارين A , B معاً فيتسرب مركب التبريد الموجود يسار المكبس الأيسر في الصمام الرئيسي لمدخل الضاغط فيتوجه مركب التبريد من الضاغط إلى المبادل الحراري الخارجي الذي يعمل كمكثف عبر الصمام العاكس ثم يصل إلى المبادل الحراري الداخلي الذي يعمل كمبخر عبر الأنبوبة الشعرية ثم يعود مركب التبريد إلى الضاغط وبهذه الطريقة يقوم المكيف بتبريد الغرفة المكيفة .

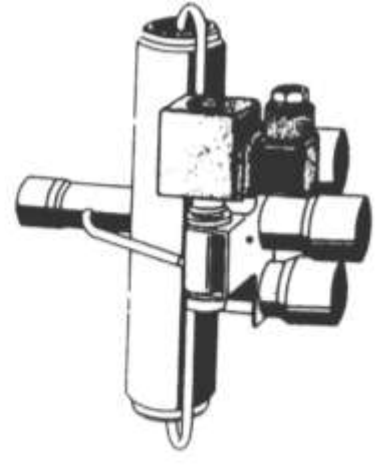
الشكل (٥–١١)

وعند وصول التيار الكهربي لملف الصمام العاكس 1 يتصل المسارين B , C معاً فيتسرب محرك التبريد الموجود يمين المكبس الأيمن في الصمام العاكس ثم يصل إلى المبادل الحراري الخارجي الذي يعمل كمبخر عبر الأنبوبة الشعرية ثم يعود مركب التبريد إلى الضاغط وبهذه الطريقة يقوم المكيف بتسخين الغرفة المكيفة .

والشكل (٥–١٢) يعرض نموذج لصمام عاكس من إنتاج شركة AICO .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٥-٨ مؤقتات إذابة الصقيع أجهزة التبريد الصغيرة



الشكل (٥-١٢)

تستخدم مؤقتات إذابة الصقيع لتنظيم عملية إذابة الصقيع في الثلاجات المزودة بنظام إذابة صقيع أوتوماتيكي حيث يتكون فيها الثلج على المبخر وداخل الفريزر ويتم إذابة هذا الصقيع بصفة دورية على سبيل المثال مرة كل 12 ساعة لمدة نصف ساعة وكذلك تستخدم في الثلاجات الخالية من الثلج والذي يكون المبخر خارج حيز الفريزر ويتم تبريد الثلاجة والفريزر بالهواء البارد المتدفق من مروحة المبخر وذلك لاذابة الثلج المتكون على المبخر مرة كل 12 ساعة لمدة نصف ساعة وتستخدم أيضا في الفريزرات الرأسية المزودة بنظام لاذابة الصقيع أوتوماتيكيا بنفس الطريقة المستخدمة مع الثلاجات ويستخدم مع أجهزة التبريد المنزلية (الثلاجات بأنواعها والفريزرات) مؤقتات إذابة صقيع غير قابلة للمعايرة .

والشكل (٥-١٣) يعرض قطاع توضيحي لمؤقت إذابة صقيع يستخدم مع أجهزة التبريد المنزلية

حيث أن :

ريشه قلاب	1
النقطة 2 للمؤقت	2
محرك مؤقت	3
غلاف المؤقت	4
كامة	5
ترس منقاد	7
ترس البنيون	6
الترس القائد	8
النقطة 4 للمؤقت	9
النقطة 1 للمؤقت	10

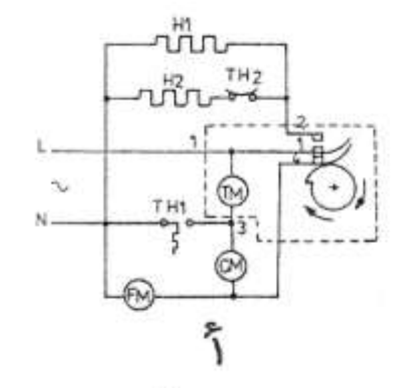
الشكل (٥-١٣)

والشكل (٥-١٤) يوضح فكرة عمل مؤقت إذابة الصقيع في حالتين وهما :-

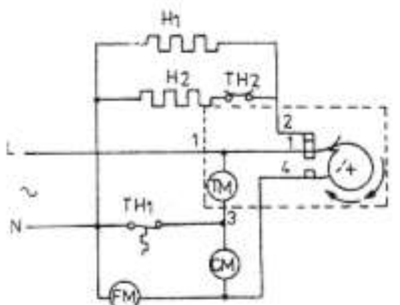
حالة التشغيل الطبيعي (الشكل أ) وحالة إذابة الصقيع (الشكل ب) .

حيث أن :-

سخان صرف الماء المتكاثف	H_1
سخان إذابة الصقيع	H_2
محرك المؤقت	TM
محرك الضاغط	CM
محرك مروحة المبخر	FM
ثرموستات إذابة الصقيع	TH_2
ثرموستات ضبط البرودة	TH_1



أ



ب

الشكل (٥-١٤)

ويلاحظ في الشكل (أ) أن مسار كل من الضاغط CM والمروحة FM ومحرك المؤقت T_M مكتمل أما في الشكل (ب) فان مسار كلا من سخان صرف الماء H_1 وسخان إذابة الثلج H_2 مكتمل وكذلك فان مسار تيار محرك المؤقت يكون مكتمل .

وبمجرد وصول درجة حرارة المبخر إلى (10 : 18 ^{0}C)فان ثرموستات إذابة الصقيع TH_1 سيفتح ريشته وبالتالي يفصل سخان إذابة الصقيع حتى نهاية المدة الزمنية الخاصة بإذابة الصقيع ويتراوح عدد مرات إذابة الصقيع ما بين 4 : 1 مرات يوميا وزمن دورة إذابة الصقيع يتراوح ما بين (45 : 15) دقيقة ويعتمد ذلك على نوع المؤقت المستخدم .

والجدير بالذكر أن ثرموستات إذابة الصقيع TH_2 يغلق ريشته عند انخفاض درجة حرارة المبخر إلى -6 ^{0}C في حين يفتح ريشته عند ارتفاع درجة حرارة المبخر إلى (0 : 18 ^{0}C) .

والشكل (٥- ١٥) يعرض مخطط توصيل تسع أنواع من مؤقتات إذابة الصقيع الأمريكية الغير قابلة للمعايرة .

حيث أن :-

إلى سخان إذابة الصقيع	D
ثرموستات الغرفة	T
إلى الخط الحى للمصدر الكهربي	L

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

إلى الضاغط C

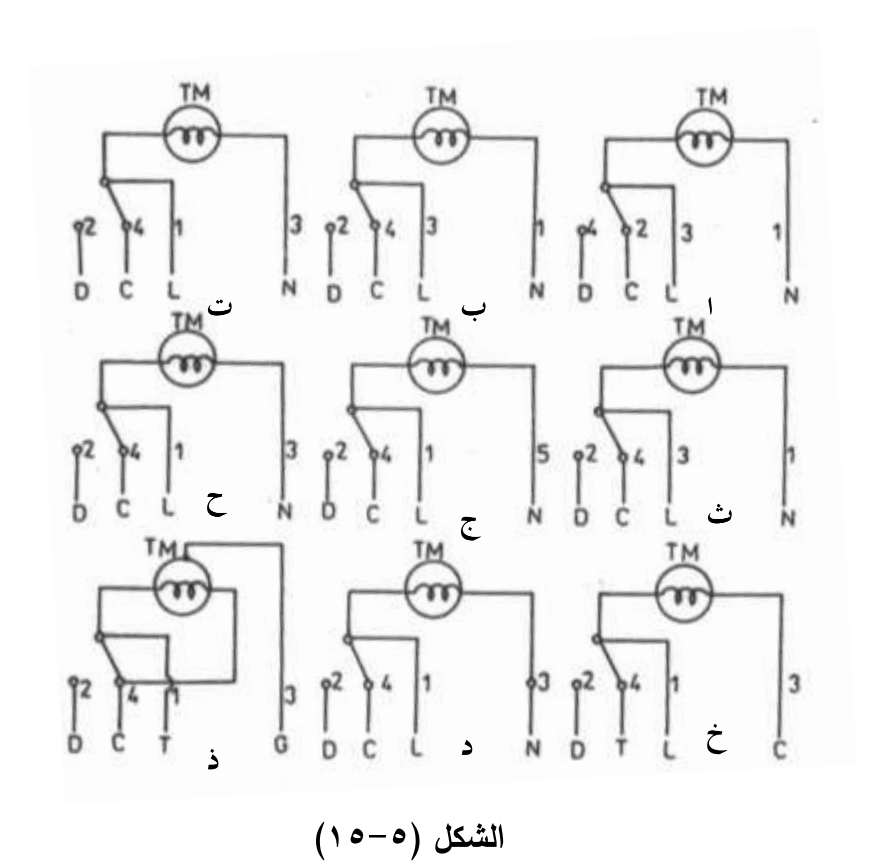
إلى خط التعادل N

والجدول (٥-٧) يعطى الشركات المصنعة لكل نوع .

الجدول (٥-٧)

رقم المخطط	الشركات المصنعة	رقم المخطط	الشركة المصنعة
أ	فريجيدير	ج	نورج_ فيدرز
ب	كليفينيتور	ح	فرانكلنج
ت	أمانــا-ادميــرال-ريلبــول-فيلكو-نورج	خ	ريلبول بعد عام 1975
ث	جنــرال اليكتريــك- هــوت بوينت	د	جيبسون
		ذ	وستنج هاوس

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٥-١٥)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب السادس

عناصر التحكم في وحدات التبريد التجارية والمكيفات المركزية

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط على Ctrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تتنقل بين الصفحات.

عناصر التحكم في وحدات التبريد التجارية والمكيفات المركزية

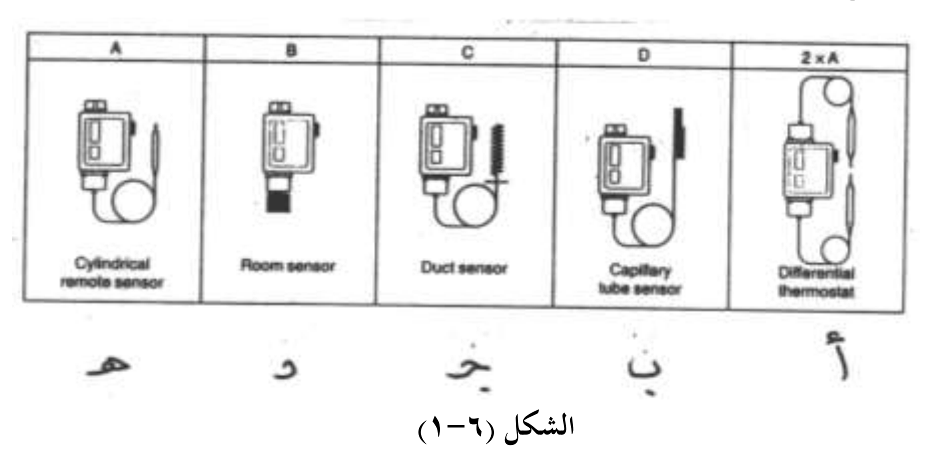
٦-١منظمات درجة حرارة وحدات التبريد التجارية

تستخدم هذه المنظمات (الثرموستاتات) في وحدات التبريد والتكييف التجارية وتنقسم هذه الثرموستاتات إلى :

١- ثرموستات عادى Normal Thermostat

٢- ثرموستات فرقى Differential Thermostat

والشكل (٦-١) يعرض عدة نماذج من منظمات درجة الحرارة المستخدمة في دورات التبريد التجارية إنتاج شركة Danfoss .



الشكل (٦-١)

حيث أن :

١- ثرموستات فرقى (الشكل أ)

٢- ثرموستات بمجس على شكل أنبوبة شعرية (الشكل ب)

٣- ثرموستات قنوات الهواء البارد (الشكل ج)

٤- ثرموستات غرفة (الشكل د)

٥- ثرموستات ببصيلة (الشكل هـ)

٦-١-١ الثرموستاتات العادية

الشكل (٦-٢) يعرض مخطط توضيحي يبين أجزاء ثرموستاتات قنوات الهواء البارد من إنتاج شركة Danfoss.

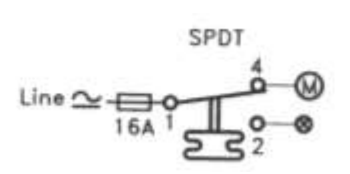
حيث أن:-

عمود ضبط درجة حرارة التشغيل	1
عمود ضبط الغرفة	2
العمود الرئيسي	3
ياي رئيسي	7
ياي الغرفة	8
منفاخ	9
مفتاح	12
أطراف توصيل	13
طرف الأرضي	14
مدخل الكابل	15
قلاب	16
مجس على شكل ملف	17

الشكل (٦-٢)

والجدير بالذكر أن وضع منفاخ الثرموستات يتغير عند الوصول لوضع درجة حرارة الوصل CUT IN أو درجة حرارة الفصل CUT OUT فقط .

والشكل (٦-٣) يبين أطراف توصيل هذا الثرموستات ويلاحظ أن الطرف 1 يوصل بمصهر 16A ثم يوصل بخط الكهرباء LINE أما الطرف 4 فيوصل بمحرك الضاغط ويوصل الطرف 2 بلمبة تضيء عند وصول درجة حرارة الغرفة للدرجة المطلوبة .



الشكل (٦-٣)

ويوجد تدرجين لهذا الثرموستات الأول لضبط درجة حرارة التشغيل START (CUT IN) والتدريج الثأني لضبط درجة الحرارة الفرقية (DIFF) والمعادلة التالية خاصة بهذا الثرموستات :-

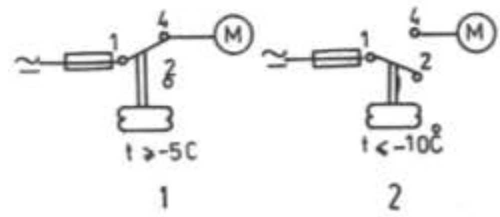
CUT OUT = CUT IN – DIFF

فمثلا إذا ضبطت درجة حرارة التشغيل عند $-5\ ^0C$ والفرق عند $5\ ^0C$ فإن درجة حرارة القطع CUT OUT تساوى

CUT OUT = CUT IN – DIFF

$$= -5-(+5) = -10\ ^0C$$

والشكل (٦-٤) يبين أوضاع ريش الثرموستات المختلفة .



الشكل (٦-٤)

ومن هذا الشكل نلاحظ أنه عند وصول درجة حرارة غرفة التبريد إلي $5\ ^0C-$ أو أكثر تغلق ريشة الثرموستات 4-1 الرمز (1) ويكتمل مسار تيار محرك الضاغط ويعمل الضاغط ويظل الضاغط يعمل إلى أن تصل درجة حرارة غرفة التبريد إلي $10\ ^0C-$ أو أقل فتفتح ريشة الثرموستات (4-1) الرمز (2) ويتوقف الضاغط وهكذا . وتقوم الشركات المصنعة بتوفير الثرموستاتات العادية بأمدية تشغيل مختلفة والجدول (٦-١) يعرض المواصفات الفنية لبعض الأنواع التي تنتجها شركة Danfoss **الجدول**

(٦-١)

أقصى درجة حرارة للبصيلة ^0C	التحرير	الفرق ^0C		مدى درجات حرارة التشغيل	نوع البصيلة الشكل	النوع
		عند أقل درجة حرارة	عند أعلى درجة حرارة			
120	أتوماتيكي	**1.5→ 7**	**5.5→ 23**	**-30 → 15**	**A**	**Kp61**
120	أتوماتيكي	**2.7→ 8**	**10→ 70**	**-50→ -10**	**A**	**Kp63**
120	أتوماتيكي	**4.5→ 25**	**4.5→ 25**	**-5 → 35**	**C**	**Kp68**
120	أتوماتيكي	**1.8→ 7**	**4.5→ 25**	**-5 → 35**	**B**	**Kp69**

٦-١-٢ الثرموستاتات الفرقية

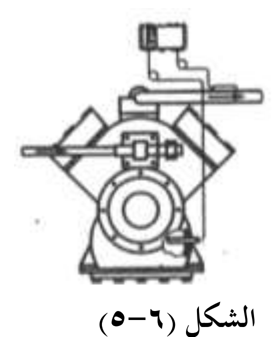
تستخدم هذه الثرموستاتات للحماية من ارتفاع درجة حرارة خط طرد الضاغط عن حد معين أو للحماية من انخفاض درجة حرارة صندوق عمود المرفق عن درجة حرارة معينة .

فارتفاع درجة حرارة خط طرد الضاغط عن حد معين يؤدى لتلف صمامات الضاغط نتيجة لارتفاع ضغط مركب التبريد .

وانخفاض درجة حرارة صندوق المرفق يؤدى إلى ذوبان الزيت مع مركب التبريد أثناء توقف الضاغط فعند إعادة دوران الضاغط يفور الزيت ويخرج مع سائل مركب التبريد بكمية كثيرة الأمر الذى يؤدى إلى إحداث طرقات عنيفة على صمامات الضاغط مما يؤدى لتلفها ويفقد الضاغط زيت التبريد الأمر الذى يؤدى لتلف الضاغط نتيجة لنقص منسوب زيت التبريد داخل الضاغط .

والشكل (٦-٥) يبين طريقة توصيل ثرموستات فرقى مع الضاغط حيث توصل بصيلة الحرارة العالية

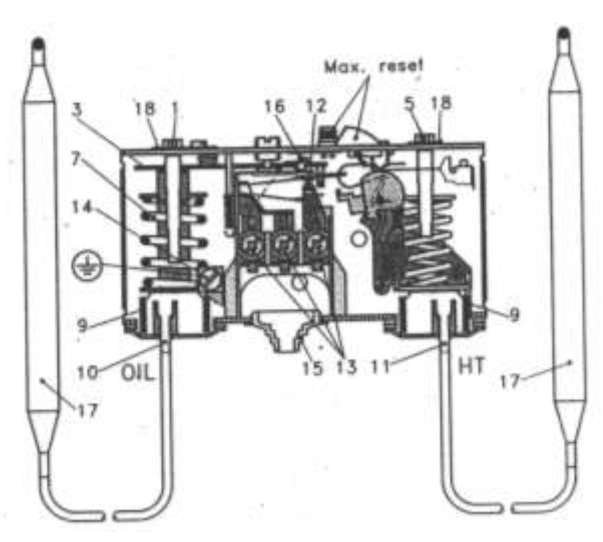
HT مع خط طرد الضاغط وتوضع بصيلة الحرارة المنخفضة LT في صندوق عمود المرفق (شركة Danfoss) وتزود هذه الثرموستات بمكان لضبط درجة حرارة الزيت Oil ومكان لضبط درجة حرارة خط الطرد HT ويكون الفرق لكل منهما ثابت، والشكل (٦-٦) يبين الأجزاء الداخلية لهذه الثرموستاتات (شركة Danfoss) .



الشكل (٦-٥)

حيث أن :-

عمود ضبط درجة حرارة الزيت Oil	1
ذراع رئيسي	3
عمود ضبط درجة حرارة خط الطرد HT	5
الياي الرئيسي	7
منفاخ	9
الأنبوبة الشعرية للزيت Oil	10
الأنبوبة الشعرية لخط الطرد HT	11
مفتاح	12
أطراف توصيل	13

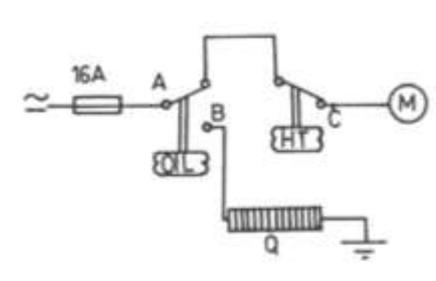


الشكل (٦-٦)

طرف الأرضي	14
مدخل الكابل	15
كامة	16
بصيلة المجس	17
شريحة قفل	18

والشكل (٦- ٧) يبين أطراف توصيل هذا الثرموستات .

حيث يوصل الطرف A بمصهر 16A وذلك مع الخط الكهربي ~ ويوصل الطرف B للريشه القلاب الخاصة بدرجة حرارة الزيت مع سخان صندوق المرفق Q ويوصل الطرف C للريشه الخاصة بدرجة حرارة الغاز الساخن HT بمحرك الضاغط M .



الشكل (٦-٧)

مثال :-

عند ضبط درجة حرارة الزيت عند $60\ ^0C$ ودرجة حرارة الغاز الساخن عند $110\ ^0C$ فإن:-

درجة حرارة وصل ريشه الزيت Oil تساوى	$60\ ^0C$
درجة حرارة فصل ريشه الزيت Oil تساوى	$74\ ^0C$
درجة حرارة وصل ريشه الغاز الساخن HT تساوى	$110\ ^0C$
درجة حرارة فصل ريشه الغاز الساخن HT تساوى	$124\ ^0C$

وذلك لأن الفرق يكون مساويا $14\ ^0C$ بالنسبة لهذا الثرموستات .

وفيما يلي أوضاع ريش الثرموستات عند درجات الحرارة المختلفة :-

١- عند انخفاض درجة حرارة زيت الضاغط إلى $60\ ^0C$ تغلق الريشة A-B ويكتمل مسار السخان Q وفي نفس الوقت ينقطع مسار تيار الضاغط M .

٢- عند ارتفاع درجة حرارة زيت الضاغط إلى $74\ ^0C$ تفتح الريشة A-B وينقطع مسار تيار السخان Q .

٢- عندما تكون درجة حرارة خط طرد الضاغط أقل من أو مساوية $110\ ^0C$ يكتمل مسار تيار الضاغط عبر النقاط A-C .

٣- عند ارتفاع درجة حرارة خط الطرد أثناء عمل الضاغط لأي سبب وصولا إلى 124^0C تفتح ريشه الطرد HT فينقطع مسار تيار محرك الضاغط A-C ويتوقف الضاغط .

وفيما يلي الموصفات الفنية لأحد الثرموستاتات الفرقية التي تنتجها شركة Danfoss

نوع Kp 98 :-

درجة حرارة الزيت Oil	$(60 \rightarrow 120\ ^0C)$
درجة حرارة خط الطرد HT	$(100 \rightarrow 180\ ^0C)$
فرق درجات حرارة الزيت ثابتة	$(14\ ^0C)$
فرق درجات حرارة خط الطرد ثابتة	$(14\ ^0C)$
أقصى درجة حرارة بصيلة الزيت Oil	$(150\ ^0C)$
أقصى درجة حرارة لبصيلة خط الطرد HT	$(250\ ^0C)$

ويجب وضع البصيلة في مكان أبرد من جسم الثرموستات والأنبوبة الشعرية وفي هذه الحالة يقوم الثرموستات بتنظيم درجة الحرارة بدون الاعتماد على درجة الحرارة المحيطة .

٦-٢ منظمات درجة حرارة المكيفات المركزية .

فيما يلي أهم الثرموستاتات المستخدمة مع المكيفات المجزأة والمجمعة والمركزية وهم كما يلي :-

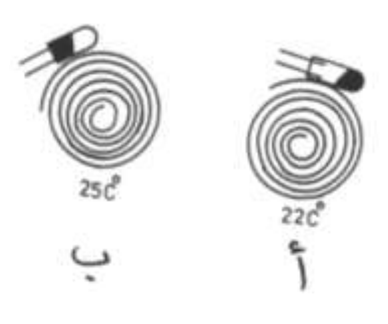
١- ثرموستاتات الملف الثنائي المعدن .

٢- ثرموستاتات إذابة الصقيع DIECE ارجع للفقرة (٥-٦-٢) .

٣- الثرموستاتات الفرقية

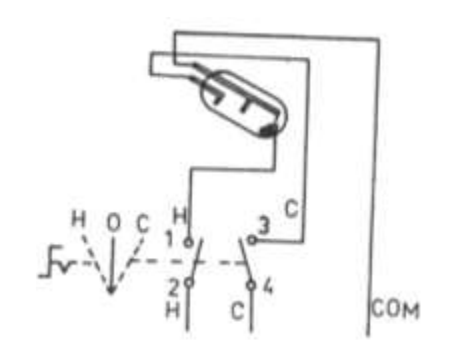
٦-٢-١ ثرموستاتات الملف الثنائي المعدن Coiled Bimetal Thermostat

يتكون ثرموستات الملف الثنائي المعدن من شريط ملفوف على شكل ملف ويوضع أعلى الملف مفتاح زئبق



الشكل (٦-٨)

والشكل (٦-٨) يعرض نموذج لثرموستات الملف الثنائي المعدن ففي الشكل(أ) تكون ريشة مفتاح الزئبق مفتوحة عند 22^oC وفي الشكل (ب) تكون ريشة مفتاح الزئبق مغلقة عند 25^oC .
والشكل(٦-٩)يعرض نموذج لثرموستات الملف الثنائي المعدن يستخدم في أجهزة التكييف .



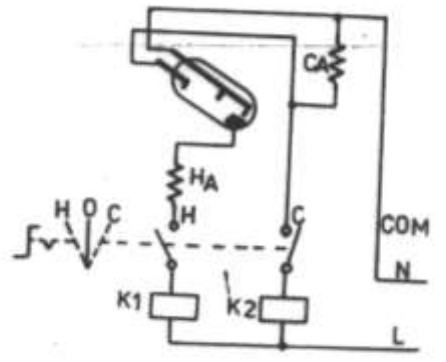
الشكل (٦-٩)

فعند اختيار وضع التسخين تغلق الريشة 1-2 وتكون أطراف الثرموستات هي الأطراف H,COM وعند اختيار وضع التبريد تغلق الريشة 3,4 وتكون أطراف الثرموستات H,COM . وأحيانا يضاف إلى هذا الثرموستات مقاومة للتسخين المسبق Heating Anticipator وأخرى للتبريد المسبق Cooling Anticipator .

والشكل (٦-١٠) يبين طريقة توصيل هذا النوع من الثرموستاتات مع كونتاكتور الضاغط للتبريد وكونتاكتور السخان للتسخين .

حيث أن :-

سخان التسخين المسبق	HA
سخان التبريد المسبق	CA
كونتاكتور الضاغط	K1
كونتاكتور السخان	K2



الشكل (٦-١٠)

وتكون قدرات سخان التسخين المسبق HA وسخان التبريد المسبق CA صغيرة جدا .

حيث يكتمل مسار سخان التسخين المسبق HA أثناء تشغيل المكيف على وضع تسخين وبالتالي يعمل السخان على رفع درجة حرارة حيز المعدن الثنائي عن الغرفة المطلوب تسخينها ومن ثم يفتح الثرموستات ريشة التسخين عند درجة حرارة أقل من درجة الحرارة المطلوبة فتتوقف عملية التسخين مبكرا .

في حين يكتمل مسار تيار سخان التبريد المسبق CA أثناء توقف الضاغط وبالتالي يعمل على السخان رفع درجة حرارة حيز الازدواج الحراري عن الغرفة المكيفة الأمر الذي يجعل الثرموستات يغلق ريشته لإعادة تشغيل الضاغط عند درجة حرارة أقل من درجة الحرارة الموصلة المعاير عليها الثرموستات ومن ثم تبدأ عملية التبريد مبكرا .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

وبهذه الطريقة يمكن تقليل الفرق بين درجة حرارة الوصل Cut In ودرجة حرارة القطع Cut Out وفي التطبيقات التجارية التي تحتاج لتبريد وتسخين أتوماتيكي في نفس الوقت تبعا لحالة الطقس ينصح باستخدام ثرموستات متعدد المراحل ، والشكل (٦-١١) يعرض نموذج لثرموستات بمرحلة تبريد واحدة (الشكل أ) ومرحلتين للتسخين (الشكل ب) .

حيث أن :-

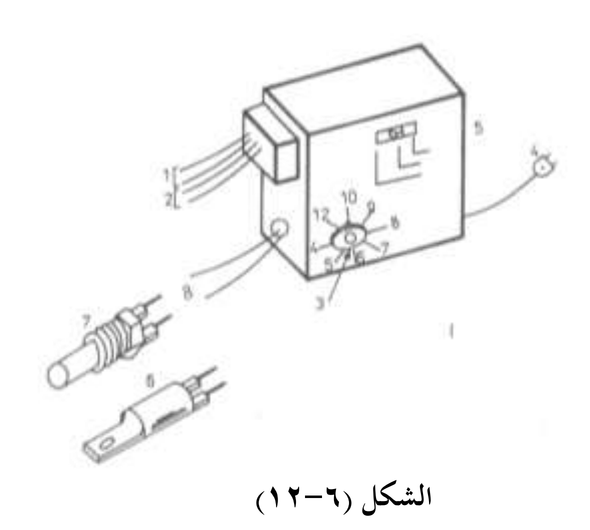
مفتاح زئبق	1
مفتاحين زئبق غير متوازين	2
ازدواج حراري للتبريد	3
ازدواج حراري للتسخين	4

الشكل (٦-١١)

ففي حالة التسخين وعند انخفاض درجة حرارة الغرفة درجة واحدة عن درجة حرارة التشغيل يغلق مفتاح الزئبق الأول وإذا كانت الحرارة الناتج من عنصر التسخين الأول غير كافية للتسخين يستمر انخفاض درجة الحرارة وعند انخفاض درجة الحرارة درجتين ($2\ ^oC$) عن درجة حرارة التشغيل يغلق مفتاح الزئبق الثاني فيعمل عنصر التسخين الثاني .

٦-٢-٢ الثرموستاتات الفرقية Differential Thermostat

الشكل (٦-١٢) يعرض نموذج توضيحي للثرموستات الفرقي الذي يستخدم مع وحدات التسخين الشمسية .



الشكل (٦-١٢)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

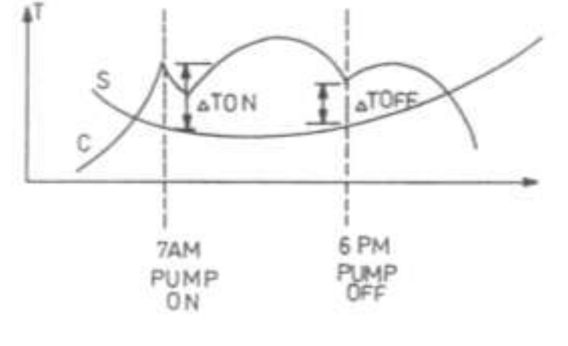
حيث أن :-

أطراف مجس درجة الحرارة المجمع	1
أطراف مجس درجة حرارة الخزان	2
مكان معايرة فرق درجات الحرارة المطلوبة T Δ	3
الفيشة	4
مفتاح اختيار طريقة التشغيل (AUT – ON – OFF)	5
مجس درجة الحرارة من النوع الذي يثبت بمسمار	6
مجس درجة الحرارة من النوع الذي يغمر في الماء	7
أطراف ريشة الثرموستات	8

فيمكن وضع مفتاح الاختيار على وضع AUT للتشغيل الأتوماتيكي حيث تعمل المضخة Pump عندما يصل فرق درجات الحرارة بين المجمع والماء الموجود في الخزان إلى درجة الحرارة المعاير عليها نقطة معايرة فرق درجات الحرارة المطلوبة .

ويمكن وضع مفتاح اختيار على وضع التشغيلON المضخة بصفة مستديمة . ويمكن وضع مفتاح الاختيار على وضع مفتاح OFF لإيقاف المضخة .

والشكل (٦-١٣) يعرض أحد النماذج لتغير درجة حرارة المجمع C وماء الخزان S في يوم كامل ففي الساعة 7 قبل الظهر فإن فرق درجات الحرارة T Δ يكون أكبر من الفرق المعاير عليه الثرموستات فتعمل المضخة وعند الساعة 6 بعد الظهر يكون فرق درجات الحرارة Δ Tأقل من الفرق المعاير عليه الثرموستات Δ T فتتوقف المضخة وهكذا .



الشكل (٦-١٣)

وعادة تصنع مجسات درجة الحرارة من مقاومات لها معامل حراري سالب أي تقل المقاومة بزيادة درجة الحرارة والجدول (٦-٢) يعطي مقاومة أحد المجسات الحرارية التي لها معامل سالب موجب عند درجات حرارة مختلفة .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٦-٢)

درجة الحرارة °C	18	22	28	33	39	44	50	55	61	67	78	98	100
المقاومة KΩ	32.6	26.0	19.9	15.3	11.9	**9.2**	**7.2**	**5.8**	**4.6**	3.7	**2.5**	**1.7**	1.2

٦ -٣ مفاتيح التدفق Flow Switches

يوجد نوعان من مفاتيح التدفق وهما :-

١- مفاتيح تدفق السوائل Flow Switches

٢- مفاتيح سريان الهواء Sail Switches

أولا مفاتيح تدفق السوائل :-

تستخدم مفاتيح تدفق السوائل لمراقبة تدفق الماء في خطوط الماء مثل خط ماء تبريد المكثفات الموصلة بأبراج التبريد أو بالمكثفات التبخيرية وكذلك خطوط الماء المثلج في مثلجات الماء وكذلك خطوط الماء الساخن في مثلجات الماء العاملة بالامتصاص وكذلك خطوط الماء الساخن للغلايات ... الخ .

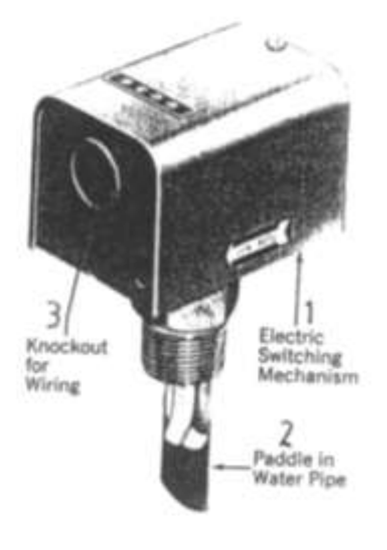
والشكل (٦-١٤) يعرض نموذج لمفتاح تدفق سوائل من إنتاج شركة Jhonson Controls Inc حيث أن :-

غطاء المفتاح	1
بدال يوضع بخط الماء	2
مدخل أسلاك التوصيل	3

ثانيا مفاتيح سريان الهواء :-

تستخدم مفاتيح سريان الهواء في أنظمة تكييف الهواء وفيما يلي وظائف مفاتيح انسياب الهواء

١-إيقاف وحدة الترطيب وكذلك السخانات عند توقف سريان الهواء في مجاري الهواء .



الشكل (٦-١٤)

٢-إيقاف الضاغط عند توقف سريان الهواء في مجاري الهواء والشكل (٦-١٥) يعرض نموذج لمفتاح سريان هواء من إنتاج شركة Jhonson Controls Inc. .

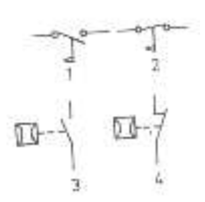
حيث أن :-

غطاء مفتاح	1
بدال يوضع في مجري الهواء	2
فتحة دخول الأسلاك الكهربية	3



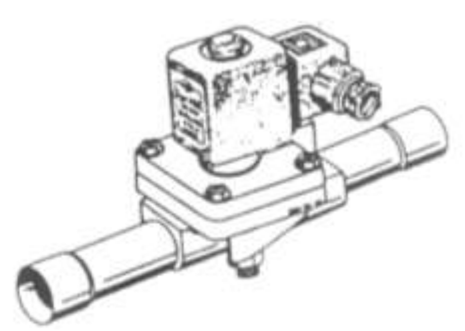
الشكل (٦-١٥)

وفيما يلي رموز مفاتيح التدفق فالرمز 1 لمفتاح تدفق بريشة مفتوحة والرمز 2 لمفتاح تدفق بريشة مغلقة (رموز أمريكية) والرمز 3 لمفتاح تدفق بريشة مفتوحة والرمز 4 لمفتاح تدفق بريشة مغلقة (رموز ألمانية) .



٦-٤ الصمامات الكهربية في دورات التبريد

الصمامات الكهربية هي صمامات يتم التحكم فيها بملف كهربي يوضع أعلى الصمام فعند وصول التيار الكهربي لملف الصمام يتغير وضع الصمام فإذا كان مفتوحا يصبح مغلقا والعكس صحيح والشكل (٦-١٦) يعرض نموذج لصمام كهربي من إنتاج شركة .



الشكل (٦-١٦)

ويمكن تقسيم الصمامات الكهربية من حيث وضع الصمام إلى :-

صمامات كهربية في وضع ابتدائي مغلق NC

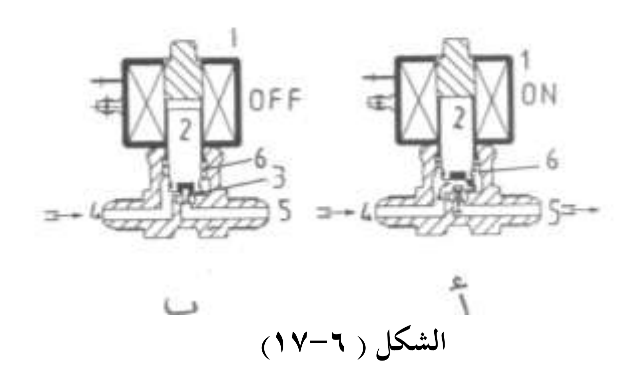
١- صمامات كهربية في وضع ابتدائي مفتوح NO

ويمكن تقسيم الصمامات الكهربية من حيث نوعية التحكم فيها إلى :-

١- صمامات كهربية بتحكم مباشر وهي تستخدم في التحكم في التدفقات الصغيرة لمركبات التبريد أو الماء .

٢- صمامات كهربية بتحكم غير مباشر وهي تستخدم في التحكم في التدفقات الكبيرة لمركبات التبريد أو الماء .

والشكل (٦-١٧)يبين مخطط توضيحي لصمام كهربي بتحكم مباشر في وضع مفتوح (الشكل أ) وفي وضع مغلق (الشكل ب) شركة Parker Hannifin Co. .



الشكل (٦-١٧)

حيث أن :-

ملف الصمام	1
قلب الصمام (إبرة الصمام)	2
مقعدة الصمام	3
فتحة الدخول	4
فتحة الخروج	5
ياي إرجاع قلب الصمام	6

نظرية العمل :-

عند وصول التيار الكهربي لملف الصمام يتكون مجال مغناطيسي قادر على جذب قلب الصمام لأعلى ضد قوة دفع الياي فتنكشف مقعدة الصمام ويتدفق سائل مركب التبريد من فتحة الدخول إلى فتحة الخروج (الشكل أ) وعند أنقطاع التيار الكهربي عن ملف الصمام يختفي المجال المغناطيسي فيعود قلب الصمام لوضعه الطبيعي بفعل ياي الإرجاع وتغلق مقعدة الصمام وينقطع تدفق مركب التبريد (الشكل ب) .

والشكل (٦-١٨) يبين مخطط توضيحي لصمام كهربي بتحكم غير مباشر في وضع الفتح الشكل (أ) وفي وضع الغلق الشكل (ب) شركة (Parker Hannifin Co.) .



الشكل (٦-١٨)

حيث أن :-

ملف الصمام	1	فتحة الدخول	5
قلب الصمام (إبرة الصمام)	2	فتحة الخروج	6
غشاء مرن عائم	3	ياي الإرجاع	7

نظرية العمل :-

عند وصول التيار الكهربي لملف الصمام يرتفع خابور الصمام لأعلى فتنكشف فتحة موجودة في مركز الغشاء المرن العائم فيتدفق مركب التبريد عبر كلا من فتحة المعادلة 4 ويعود إلى مخرج الصمام عبر الفتحة المركزية وبالتالي يقل الضغط أعلى الغشاء المرن العائم أسفل فيتقوس الغشاء لأعلى ويتدفق سائل مركب التبريد عبر الصمام (الشكل أ) وعند أنقطاع التيار الكهربي عن ملف الصمام تعود إبرة الصمام لأسفل بفعل ياي الإرجاع فتتغطى الفتحة المركزية الموجودة في الغشاء المرن العائم في حين يتدفق مركب التبريد عبر فتحة المعادلة ويصبح الضغط أعلى الغشاء المرن مساويا الضغط أسفله فيهبط الغشاء العائم ليرتكز على مقعدته ويغلق الصمام .

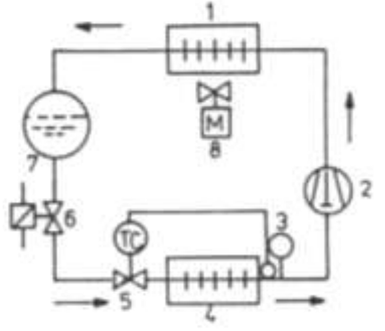
وهناك عدة استخدامات للصمامات الكهربية في دورات التبريد نذكر منها ما يلي :-

١-توضع الصمامات الكهربية في دورة التبريد بين الخزان وعنصر التحكم في التدفق (صمام التمدد) ويسمى الصمام في هذه الحالة بصمام سائل Liquid Solenoid Valve (LSV) ويستخدم صمام السائل في نقل مركب التبريد من خط سحب الضاغط إلى خزان السائل Pump Down بالطريقة التالية :-

أ- عندما تصل درجة حرارة حيز التبريد لدرجة حرارة قطع الثرموستات ينقطع التيار الكهربي عن ملف صمام السائل LSV فيعود الصمام لوضع الغلق .

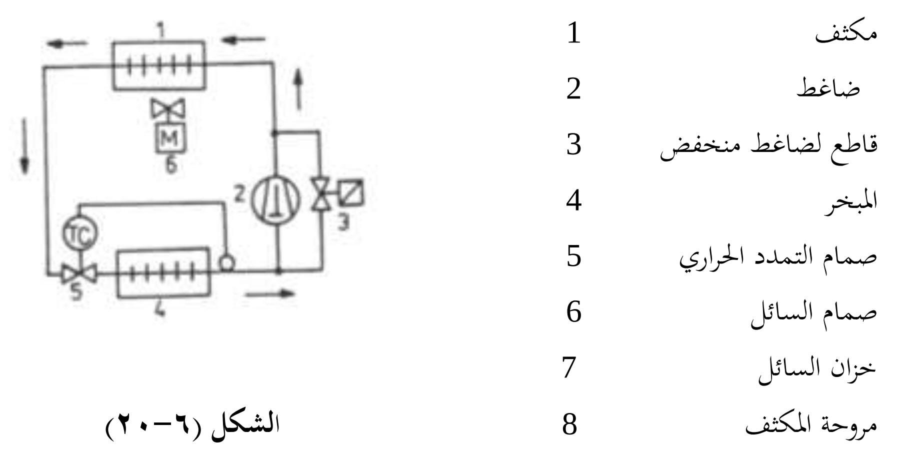
ب- يظل الضاغط يعمل فينخفض الضغط في جانب سحب الضاغط ويحدث بخر لجميع السائل الموجود في خط السحب .

ج- عند وصول ضغط سحب الضاغط لحوالي 0 bar يعمل قاطع الضغط المنخفض فينقطع التيار الكهربي عن الضاغط ويتوقف الضاغط . وبذلك يكون كل مركب التبريد قد أنتقل من جانب السحب للضاغط إلى الخزان وهذا يمنع ذوبان الزيت في سائل مركب التبريد ويمنع الضاغط من البدء مع وجود ضغط سحب عالي الأمر الذي قد يؤدي لزيادة حمل الضاغط واحتراق المحرك .



الشكل (٦-١٩)

والشكل (٦-١٩) يعرض دورة تبريد لأحد المكيفات ذات التبريد المباشر يستخدم فيها صمام سائل حيث أن :-



مكثف	1
ضاغط	2
قاطع لضاغط منخفض	3
المبخر	4
صمام التمدد الحراري	5
صمام السائل	6
خزان السائل	7
مروحة المكثف	8

الشكل (٦-٢٠)

٢-تستخدم الصمامات الكهربية في عمل مسار بديل للضاغط أثناء بدء دوران الضاغط لجعل الضاغط يبدأ بدون حمل كما بالشكل (٦-٢٠) ويمكن التأكد من وصول التيار الكهربي لملف الصمام أثناء أعمال الصيانة بوضع المفك بجوار القلب المغناطيسي للملف فإذا أنجذب دل على وصول تيار كهربي للملف .

٦-٤-١ أعطال الصمامات الكهربية المستخدمة في دورات التبريد .

الجدول (٦-٣) يبين عوارض الصمامات الكهربية لدورات التبريد وأسبابها المحتملة وطرق علاجها.

الجدول (٦-٣)

العارض	الأسباب المحتملة	العلاج
١-الصمام لا يفتح	١- إبرة الصمام لاصقة بواسطة الزيت أو أجسام صلبة أخرى . ٢- جسم الصمام ملتو أو مفتول . ٣- ملف الصمام محترق . ٤- وصلات كهربية خاطئة . ٥- ضغط زائد لمركب التبريد .	١- فك الصمام ونظفه . ٢- استبدل جسم الصمام . ٣- ابحث عن سبب احتراق ملف الصمام وأزله ثم استبدل ملف الصمام والياي . ٤- راجع الوصلات الكهربية وصححها أن لزم الأمر . ٤- عالج سبب زيادة الضغط. ٥-
٢- الصمام لا يغلق .	١- إبرة الصمام ملتصق بواسطة الزيت أو أجسام صلبة . ٢- الياي مكسور أو ملتصق . ٣- وصلات كهربية خاطئة .	١- فك الصمام ونظفه . ٢-فك الصمام واستبدل الياي . ٣- راجع الوصلات الكهربية وصححها أن لزم الأمر .
الصمام يغلق ولكن هناك تدفق مازال مستمرا .	١- يوجد بعض الشوائب تحت مقعدة الصمام . ٢- المقعدة تالفة أو عنصر الغلق تالف .	١- فك الصمام ونظفه . ٢- استبدل العناصر التالفة
صوت ضوضاء يصدر من الصمام	١- تجميع غير صحيح . ٢- ضوضاء من مركب التبريد .	١- تأكد من التجميع الصحيح للصمام . ٢- ركب كاتم صوت في خط طرد الضاغط وافحص شحنة مركب التبريد والمرشح / المجفف الموجود في خط السائل وهل يلزم الأمر

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

العارض	الأسباب المحتملة	العلاج
صوت ضوضاء يصدر من الصمام	٣- طنين كهربي .	استخدام عنصر تحكم في ضغط المكثف أم لا . ٣- تأكد من التركيب الصحيح للملف الكهربي ومن النظافة الخارجية للصمام .
احتراق ملف الصمام	١-وصول جهد عالي أو منخفض للصمام . ٢-توصيل خاطئ . ٣-دخول رطوبة للملف الصمام . ٤-التصاق أو زرجنة إبرة الصمام .	١-صحح الجهد الكهربي . ٢-راجع التوصيلات الكهربية وصححها أن لزم الأمر . ٣-استبدل ملف الصمام واعمل اللازم لمنع دخول الرطوبة لملف الصمام . ٤-فك الصمام ونظفه قبل تركيب الملف الجديد .

٦-٥ صمامات الماء المثلج أو الساخن

سنستعرض في هذه الفقرة نوعان من صمامات الماء وهما :-

١-الصمام ذات المسارين Two – Port Seat Valves

٢-الصمام ذات الثلاثة مسارات Three – Port Seat Valves

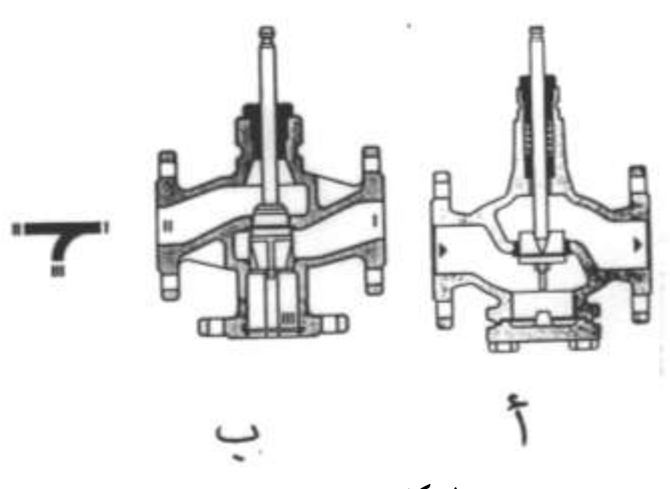
وتستخدم هذه الصمامات إما مع الماء الساخن التي تصل درجة حرارته إلى $120\ ^oC$ أو مع الماء المثلج التي تصل درجة حرارته إلى $-15\ ^oC$ وكذلك تستخدم مع الماء المضاف إليه ما يلي :-

- مركب لامتصاص الأكسجين .
- مركب مانع تجمد (جليكول بنسبة تصل إلى 50%) .

وتستخدم هذه الصمامات مع أجهزة التكييف المركزية . والشكل (٦-٢١) يعرض قطاع في صمام بمسارين (الشكل أ) وقطاع في صمام بثلاثة مسارات (الشكل ب) .

فالصمام ذات السكتين يتحكم في معدل تدفق الماء في الاتجاه المبين من التدفق الكامل إلى الغلق الكامل .

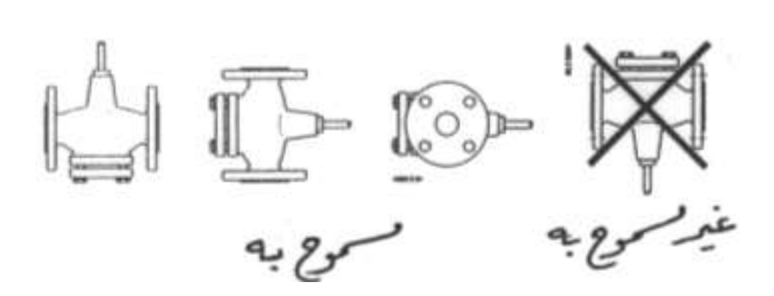
والصمام ذات الثلاثة سكك يقوم بخلط نسبة مختلفة من الماء الداخل من II مع III وإخراجه إلى المخرج I . أو يقوم بتقسيم الماء الداخل من I بنسبة متفاوتة إلى II ، III .



الشكل (٦-٢١)

والجدير بالذكر أنه يمكن استخدام أجهزة تشغيل للصمام Valve Actuator للتحكم في فتح وغلق الصمام .

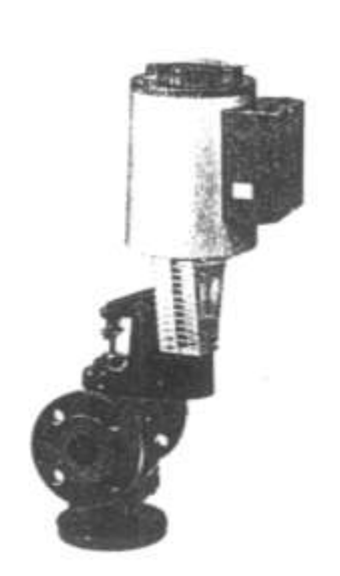
والشكل (٦-٢٢) يبين طرق التركيب الصحيحة والخاطئة لهذه الصمامات .



الشكل (٦-٢٢)

٦-٥-١ أجهزة تشغيل صمامات الماء

أولا أجهزة التشغيل القابلة للمعايرة :-



الشكل (٦-٢٣) يعرض نموذج لجهاز تشغيل صمام الماء من إنتاج شركة Landis & GYR .

حيث أن :-

جهاز تشغيل صمام الماء القابل للمعايرة	1
صمام الماء	2

الشكل (٦-٢٣)

والشكل (٦-٢٤) يعرض قطاع في جهاز تشغيل صمام الماء قابل للمعايرة .

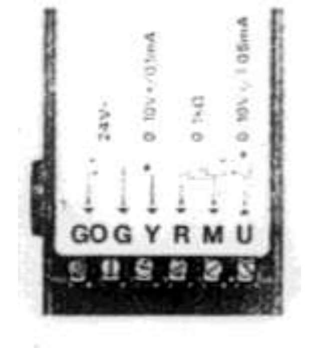
حيث أن :-

أسطوانة ضغط	1
مكبس	2
مضخة ترددية	3
ياي الإرجاع	4
صمام مسار بديل	5
عنصر ربط	6
مقبض المعايرة اليدوي	7

مبين موضع 8

والشكل (٦-٢٥) يبين مخطط أطراف توصيل هذا الجهاز حيث يتم تغذية الجهاز بجهد 24V متردد بين الأطراف GO , G ويمكن التحكم في هذا الجهاز بجهد مستمر يتراوح ما بين 10V : 0 يدخل على المدخل Y فمثلا عند دخول جهد +4V هذا يعني أن الصمام سوف يفتح بنسبة 40% من الفتح الكامل في حين إذا دخل جهد +6V هذا يعني أن الصمام سوف يفتح بنسبة 60% وهكذا يمكن التحكم في هذا الجهاز يدويا من بعد بواسطة مقاومة متغيرة تتراوح ما بين 0 : 1000 Ω توصل بين الأطراف R , M فإذا كانت قيمة المقاومة 500Ω هذا يعني أن الصمام سيفتح عند نسبة فتح 50% وإذا كانت المقاومة 700Ω هذا يعني أن الصمام سيفتح عند نسبة فتح 70%

الشكل (٦-٢٤)



وفي حالة عدم استخدام المقاومة يجب عمل قصر بين الأطراف R , M . أما إذا دخل جهد تحكم على المدخل Y وكذلك تم التحكم في الجهاز بواسطة المقاومة المتغيرة الموصلة بين الأطراف R , M فإن وضع الجهاز سيتناسب مع مجموع إشارتي التحكم . ويمكن توصيل فولتميتر بين النقطتين M , V لمعرفة النسبة المئوية لفتح الصمام علما بأن الجهد الخارج يتراوح ما بين 10V : 0 تيار مستمر حيث أن 0V تعني أن الصمام مغلق كاملاً ، 10V تعني أن الصمام مفتوح كاملا . والجدير بالذكر أنه عند أنقطاع مصدر القدرة الأساسي الموصل بين G , G0 والذي جهده 24V تيار متردد يغلق الصمام تلقائياً

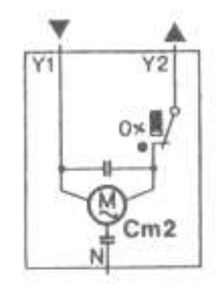
الشكل (٦-٢٤)

ثانيا أجهزة التشغيل الغير قابلة للمعايرة :-

الشكل (٦-٢٦) يعرض نموذج لجهاز تشغيل صمام سائل غير قابل للمعايرة .

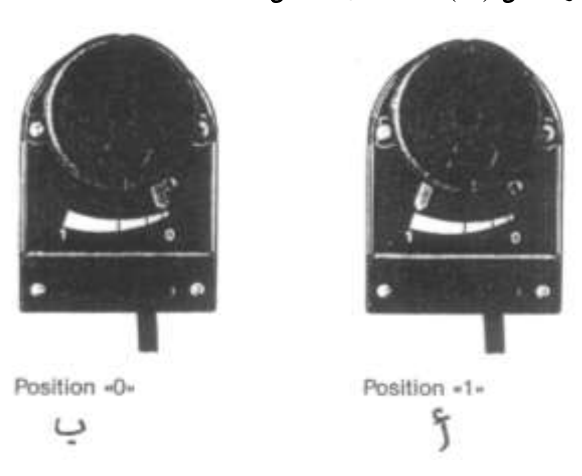


الشكل (٦-٢٤)



الشكل (٦-٢٧)

والشكل (٦-٢٧) يعرض مخطط التوصيل لهذا الصمام فعند توصيل جهد كهربي بين N , Y_1 مقداره 220V يفتح الصمام ذو المسارين كاملا أو يغلق المسار البديل كاملا للصمام ذو الثلاث سكك . وعند وصول جهد كهربي 220V متردد بين الأطراف N , Y_2 يغلق الصمام ذو الثلاثة سكك . وعند الغلق الكامل للصمام فإن مفتاح نهاية المشوار cm2 يتغير وضعه وينقطع التيار عن الجهاز . أما عند انقطاع التيار الكهربي عن جهاز التشغيل الذي بصدده أثناء الفتح أو الغلق يتوقف الصمام عند آخر وضع كان عليه لعدم وجود ياي إرجاع . والشكل (٦-٢٨) يبين وضع مبين الفتح والغلق لهذا الجهاز فالشكل (أ) عند الفتح الكامل والشكل (ب) عند الغلق الكامل .



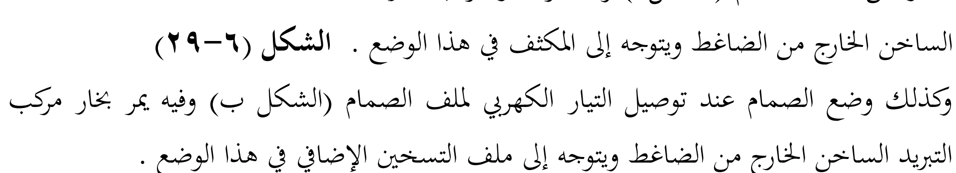
الشكل (٦-٢٧)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٦-٦ صمام استرداد الحرارة Heat Reclaim Valve

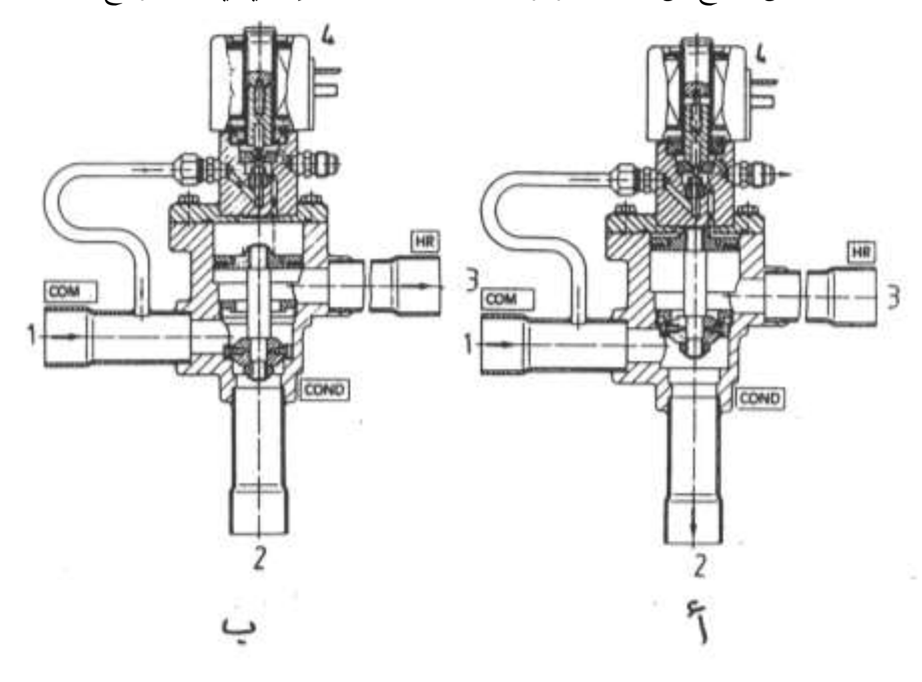
الشكل (٦-٢٩) يعرض نموذج لصمام استرداد الحرارة من إنتاج شركة ALCO . ويستخدم صمام استرداد الحرارة عند الحاجة لاستخدام بخار مركب التبريد الساخن الخارج من الضاغط في تسخين المنشآت بدلا من تبريدها ويكثر استخدام صمام استرداد الحرارة في المجمعات التجارية (السوبر ماركتات) .

والشكل (٦-٣٠) يعرض قطاعين في صمام استرداد الحرارة من صناعة شركة ALCO في وضعين وهما وضع أنقطاع التيار عن ملف الصمام (الشكل أ) وفيه يمر بخار مركب التبريد الساخن الخارج من الضاغط ويتوجه إلى المكثف في هذا الوضع .



الشكل (٦-٢٩)

وكذلك وضع الصمام عند توصيل التيار الكهربي لملف الصمام (الشكل ب) وفيه يمر بخار مركب التبريد الساخن الخارج من الضاغط ويتوجه إلى ملف التسخين الإضافي في هذا الوضع .



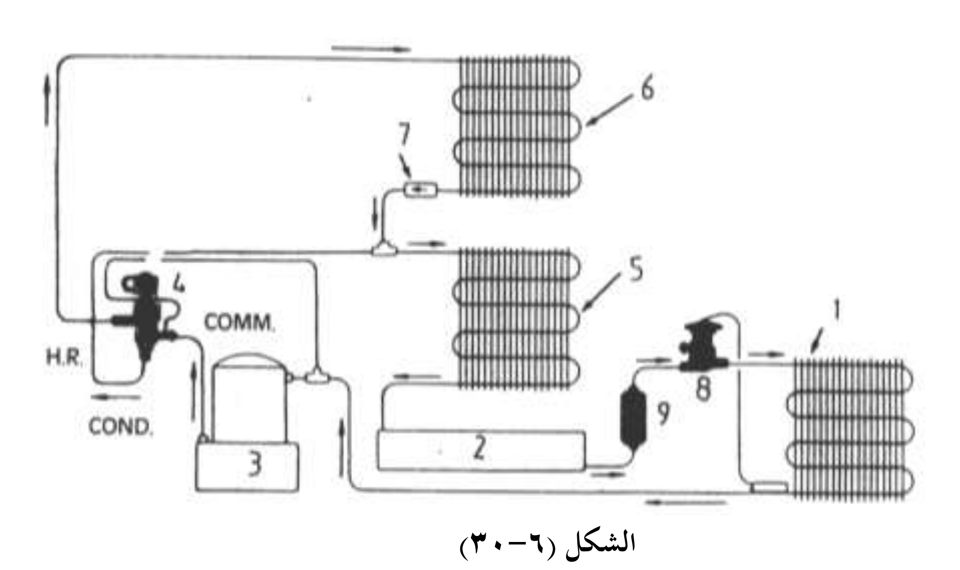
الشكل (٦-٣٠)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

حيث أن :–

من الضاغط	1
إلى المكثف	2
إلى ملف التسخين	3
ملف الصمام	4

والشكل (٦–٣١) يبين مسار مركب التبريد في دورة تبريد تستخدم صمام استرداد الحرارة عند وصول التيار الكهربي لملف صمام استرداد الحرارة .



الشكل (٦–٣٠)

حيث أن :–

المبخر	1	ملف التسخين	6
الخزان	2	صمام لارجعي	7
الضاغط	3	صمام تمدد حراري	8
صمام استرداد الحرارة	4	مرشح / مجفف	9
المكثف	5		

فعند وصول التيار الكهربي لملف صمام استرداد الحرارة يكون مسار مركب التبريد كما يلي :–

الضاغط ← صمام استرداد الحرارة ← ملف التسخين ← الصمام اللارجعي ← المكثف ← الخزان ← المرشح / المجفف ← صمام التمدد الحراري ← المبخر ← الضاغط .

وعند انقطاع التيار الكهربي عن ملف صمام استرداد الحرارة يكون مسار مركب التبريد كما يلي:

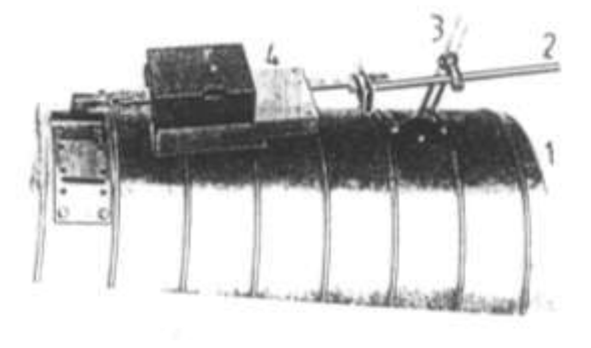
الضاغط ← صمام استرداد الحرارة ← المكثف ← الخزان ← المرشح / المجفف ← صمام التمدد الحراري ← المبخر ← الضاغط .

٦-٧ أجهزة تشغيل دامبرات الهواء Air Damper Actuator

تنقسم أجهزة تشغيل دامبرات الهواء إلى :-

١- أجهزة تشغيل غير قابلة للمعايرة (أي غير قابلة لضبط نسب الفتح كنسبة مئوية) وهذه الأجهزة تقوم بفتح أو غلق دامبر الهواء كاملا

أجهزة تشغيل دامبرات الهواء قابلة للمعايرة (أي قابلة لضبط النسبة المئوية للفتح) وهذه الأجهزة تقوم بفتح دامبر الهواء بنسبة فتح تتراوح ما بين (0 : 100%) .



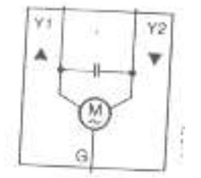
الشكل (٦-٣٢)

أولا أجهزة التشغيل الغير قابلة للمعايرة :-

الشكل (٦-٣٢) يعرض نموذج لجهاز تشغيل دامبر غير قابل للمعايرة وطريقة تثبيته على دامبر الهواء وهذا الجهاز من إنتاج شركة LANDIS & GYR .

حيث أن :-

قناة هواء	1
ذراع جهاز تشغيل الدامبر	2
ذراع مفصلي يتحكم في الدامبر	3
جهاز تشغيل الدامبر	4



الشكل (٦-٣٣)

والشكل (٦-٣٣) يعرض مخطط التوصيل الداخلي لدامبر الهواء الذي بصدده فعند وصول جهد كهربي 24V تيار متردد بين الأطراف Y_1 , G لجهاز تشغيل الدامبر يتحرك محرك الدامبر في اتجاه عقارب الساعة فيتقدم ذراع الجهاز للأمام ليفتح الدامبر . وعند توصيل جهد كهربي 24V متردد بين

الأطراف Y_2 , G بجهاز تشغيل الدامبر يتحرك محرك الدامبر في عكس عقارب الساعة ويتراجع ذراع جهاز التشغيل وتغلق بوابة الدامبر .

ثانيا أجهزة التشغيل القابلة للمعايرة :-

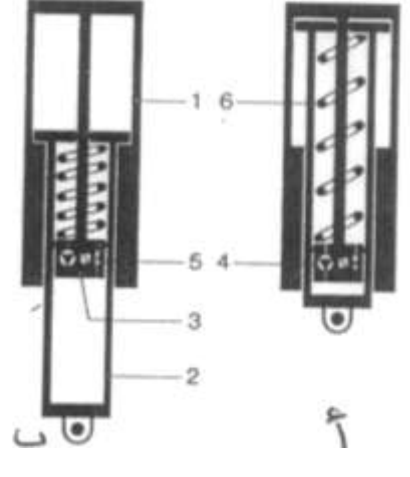
الشكل (٦-٣٤) يعرض قطاع في جهاز تشغيل دامبر إلكتروهيدروليكي قابل للمعايرة من إنتاج شركة LANDIS & GYR .

وهذا الجهاز عبارة أسطوانة هيدروليكية فالشكل (أ) يعرض قطاع عند وضع تراجع ذراع الأسطوانة والشكل (ب) يعرض قطاع في وضع تمدد ذراع الأسطوانة .



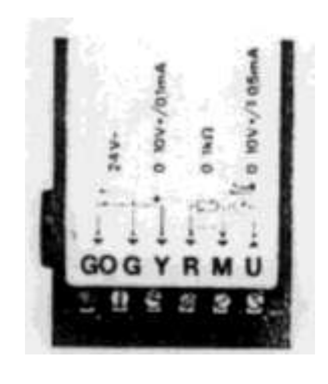
حيث أن :-

جسم الأسطوانة	1
الأسطوانة	2
مكبس	3
مضخة ترددية	4
صمام مسار بديل	5
ياي إرجاع	6



الشكل (٦-٣٤)

والشكل (٦-٣٥) يبين مخطط أطراف توصيل هذا الجهاز حيث يتم تغذية الجهاز بجهد 24V متردد بين الأطراف GO , G ويمكن التحكم في هذا الجهاز بجهد مستمر يتراوح ما بين 0 : 10V تدخل على المدخل Y فمثلا عند دخول جهد +4V هذا يعني أن الدامبر سوف يفتح بنسبة 40% من الفتح الكامل في حين إذا دخل جهد +6V هذا يعني أن الدامبر سوف يفتح بنسبة 60% وهكذا .



الشكل (٦-٣٥)

ويمكن التحكم في هذا الجهاز يدويا من بعد بواسطة مقاومة متغيرة تتراوح ما بين 0 : 1000Ω وتوصل بين الأطراف R , M فإذا كانت قيمة المقاومة 500Ω فهذا يعني أن دامبر الهواء سيفتح عند نسبة فتح 50% وإذا كانت المقاومة 700Ω هذا يعني أن دامبر الهواء سيفتح عند نسبة فتح 70% من الفتح الكامل .

علما بأنه يجب عمل قصر بين الأطراف R , M في حالة عدم استخدام مقاومة .

أما إذا دخل جهد التحكم على المدخل Y وكذلك تم التحكم في الجهاز بواسطة المقاومة المتغيرة الموصلة بين الأطراف R , M فإن وضع الجهاز سيتناسب مع مجموع إشارتي التحكم .

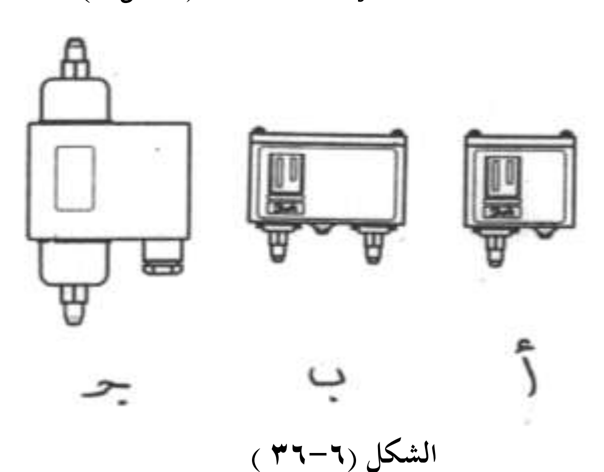
ويمكن توصيل جهاز فولتميتر بين النقطتين U , M بمعرفة النسبة المئوية لفتح الدامبر ، علما بأن الجهد الخارج يتراوح ما بين 10V : 0 تيار مستمر ، حيث أن 0V تعني أن الدامبر مغلق تماما و 10V تعني أن الدامبر مفتوح تماما .

والجدير بالذكر أنه عند أنقطاع مصدر القدرة الأساسي الموصل بين GO , G والذي جهده 24V تيار متردد يغلق الدامبر تلقائيا .

٦-٨ قواطع الضغط Pressure Cut out

يمكن تقسيم قواطع الضغط المستخدمة في أجهزة التبريد والتكييف التجارية تبعا لوظيفتها كما هو مبين بالشكل (٦-٣٦) :

١- قواطع ضغط منخفض Low Pressure Cut out (الشكل أ)
٢- قواطع ضغط عالي High Pressure Cut out (الشكل أ)
٣- قواطع الضغط الثنائي Dual Pressure Cut out (الشكل ب)
٤- قواطع ضغط الزيت Oil Safety Cut out (الشكل جـ)



الشكل (٦-٣٦)

٦-٨-١ قواطع الضغط المنخفض

تقوم قواطع الضغط المنخفض بفصل التيار الكهربي عن الضاغط إذا انخفض ضغط السحب للضاغط عن ضغط قطع القاطع .

ويحدث انخفاض ضغط سحب الضاغط نتيجة لأحد الأسباب التالية :

١- وجود تسريب لغاز الفريون في دورة التبريد ويحدث ذلك عادة في أحد وصلات اللحام أو أحد وصلات الفلير .

٢- وجود انسداد في دورة التبريد في المرشح / المجفف .

والشكل (٦-٣٧) يعرض قطاع في قاطع ضغط منخفض من إنتاج شركة Danfoss

حيث أن :-

مسمار معايرة الضغط المنخفض	1	وصلة الضغط المنخفض	10
مسمار معايرة الفرق	2	مفتاح قلاب	12
ذراع رئيسي	3	أطراف توصيل المفتاح	13
ياي رئيسي	7	نقطة الأرضي	14
ياي الفرق	8	مدخل الكابل	15
منفاخ	9	قلاب	16
لوح إمساك	18	ذراع	19
ضاغط تحرير يدوي	30		

وهناك نوعان من قواطع الضغط المنخفض وهما :-

١-قاطع بتحرير أتوماتيكي .

٢-قاطع بتحرير يدوي .

أولا القاطع ذات التحرير الأتوماتيكي :-

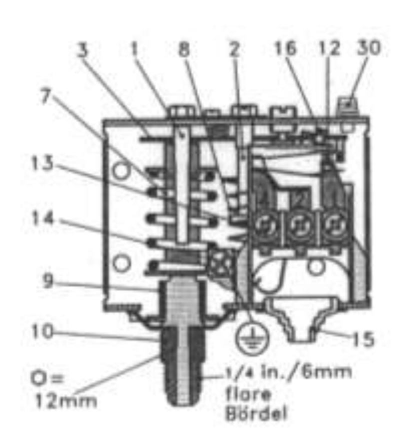
حيث يحتوى التدريج على تدريج تشغيل ويكتب عليه أما CUT IN أو START ويتراوح ما بين (: $0.0\ 100Ib / in^2$) أو (-0.2 bar : 7.5 bar) وكذلك تدريج فرقي ويكتب عليه DIFF ويتراوح ما بين (0.7 bar : 4 bar) .

والشكل (٦-٣٨) يعرض مخطط توضيحي يوضح فكرة عمل قاطع الضغط المنخفض .

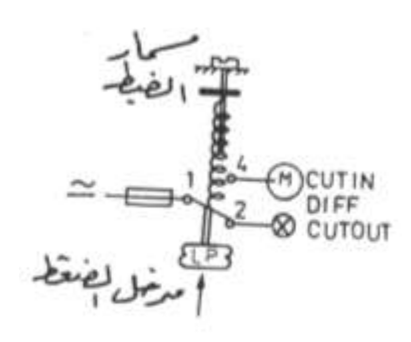
وتكون معادلة الضغط المنخفض كما يلي :-

Cut out = Cut in – DIFF

ضغط الإيقاف = (ضغط التشغيل – الفرق)



الشكل (٦-٣٧)



مثال :- إذا كان الضاغط يجب أن يتوقف عند انخفاض ضغط السحب عن 1 bar في حين يعمل عند ارتفاع ضغط السحب إلى 3 bar .

فإنه يتم ضبط قاطع الضغط المنخفض على النحو التالي :-

ضغط التشغيل Cut in 3 bar

ضغط الإيقاف Cut out 1 bar

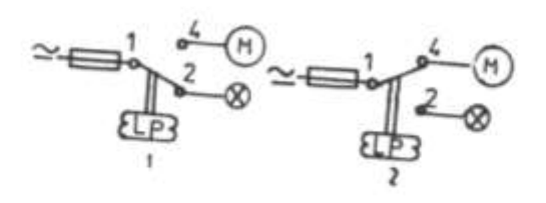
وبالتالي يكون الضغط الفرقي DIFF مساويا 2 bar .

الشكل (٦-٣٨)

والشكل (٦-٣٩) يبين طريقة ضبط تداريج قاطع الضغط المنخفض .

الشكل (٦-٣٩)

والشكل (٦-٤٠) يبين أوضاع الريشة القلاب لقاطع الضغط المنخفض عند حالات تشغيل مختلفة فالرمز 1 يمثل الوضع الطبيعي قبل تركيب القاطع في الدائرة أو وضع التشغيل عندما يصل الضغط إلى 1 bar ، الرمز 2 يمثل وضع التشغيل عندما يكون الضغط 3 bar أو أكثر .



الشكل (٦-٤٠)

ثانيا القاطع ذات التحرير اليدوي :-

وهو يحتوى على تدريج واحد وهو تدريج التشغيل ويتراوح ما بين (0.0 : 100 Ib/in) أي (-0.2 bar : 7.5 bar) أما فرق الضغط للقاطع فيكون ثابت حسب تصميمه في المصنع مثال 0.7 bar

وعندما يفصل القاطع عند انخفاض الضغط فإن القاطع لن يعود إلى وضع التشغيل العادي إلا بعد قيام المشغل بتحريره يدويا حيث يكون مزودا بزر تحرير Reset .

والجدول (٦-٤)يبين المواصفات الفنية لقواطع الضغط المنخفض المصنعة بشركة Danfoss

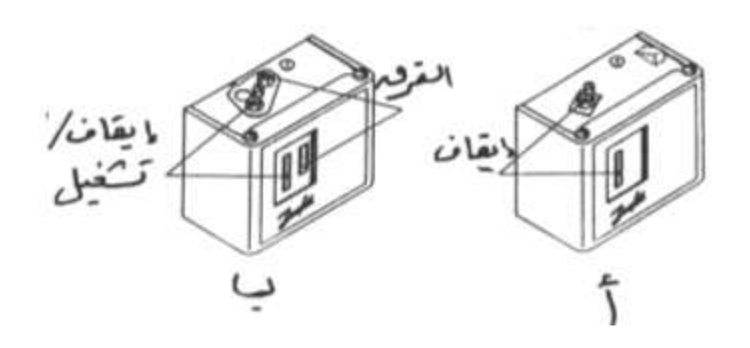
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٦-٤)

الريش	التحرير	الضغط الفرقي bar	ضغط التشغيل bar	النوع
ريشه قلاب	ذاتي	0.7 → 4	-0.2 → 7.5	Kp 1
ريشه قلاب	يدوي	0.7	-0.9 → 7.0	Kp 1
ريشه قلاب	ذاتي	0.4 → 1.5	-0.2 → 5.0	Kp 2

والجدير بالذكر أن قواطع الضغط المنخفض يمكن استخدامها في أغرض الحماية أو أغراض التحكم أما الاستخدام الأول فيعتبر استخداما طبيعيا حيث تستخدم ريشه مفتوحة طبيعيا حيث تغلق في الظروف العادية ويكتمل مسار تيار الضاغط وتعود لوضع الفتح مرة أخرى عند انخفاض ضغط السحب عن ضغط القطع للقاطع ومن ثم ينقطع مسار تيار السحب عن الضاغط ويتوقف الضاغط .

والشكل (٦-٤١) يعرض نموذج لقاطع ضغط منخفض بتحرير يدوي (شكل أ) ونموذج لقاطع ضغط منخفض بتحرير أتوماتيكي (الشكل ب) من إنتاج شركة Danfoss .



الشكل (٦-٤٢)

والجدول (٦-٥) يعطي ضغط الوصل والقطع (للفريونات المختلفة للأجهزة التبريد) لقواطع الضغط المنخفض بوحدة * bar **وبوحدة** PSI **

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٦ –٥)

نوع جهاز التبريد	R12		R22		R502	
	CUT IN	CUT OUT	CUT IN	CUT OUT	CUT IN	CUT OUT
* غرفة التبريد **	2.3 34	0.95 14	4.4 64	2.2 32	5.1 75	2.7 40
*الثلاجات **التجارية	2.5 36	1.3 19	4.7 68	2.7 40	5.3 78	2.7 40
*ثلاجات عرض **الأزهار	2.87 42	19 28	5.3 77	3.7 55	6.1 89	4.5 65
ثلاجات عرض منتجات الألبان من النوع المفتوح	2.4 35	0.7 10	4.5 66	1.79 2 6	5.3 77	2.3 33
*الفريزرات **لمغلقة	0.55 8	0.07 1	1.5 22	0.76 11	2 29	1.1 16
*ماكينة الثلج **	1.18 17	0.28 4	2.56 37	1.12 16	3.13 45	1.53 22
* ثلاجة عرض **لحوم من النوع المفتوح	1.87 27	0.76 11	3.6 53	1.87 27	4.36 63	2.43 35
* ثلاجة عرض **خضراوات مفتوحة	2.91 42	1.12 16	5.31 77	3.43 50	6.15 89	3.05 44

أما في أغراض التحكم الغير دقيق فتستخدم بدلا من الترموستات على النحو التالي:–

لنفرض أن درجة الحرارة غرفة التبريد المطلوبة $10\ ^{o}C$ - وبالتالي يصبح درجة حرارة الفريون R12 في المبخر تتراوح مابين ($-15{:}\ -20\ ^{o}C$) وذلك باعتبار أن درجة حرارة غرفة التبريد أكبر من درجة حرارة المبخر بحوالي ($+5{:}10\ ^{o}C$) ويمكن الاستعانة بجداول الفريون المستخدم أو خريطة الضغط الإنثالبيا للفريون المستخدم في معرفة قيمة الضغط المقابل ومن ثم يمكن استخدام قاطع الضغط المنخفض لتحديد درجة حرارة غرفة التبريد بطريقة غير مباشرة وعندها يمكن إيقاف وحدة التبريد.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٦-٨- ٢ قواطع الضغط العالي

تستخدم قواطع الضغط العالي في حماية الضواغط من ارتفاع ضغط الطرد لها ويحدث ارتفاع لضغط الطرد نتيجة للأحد الأسباب التالية :-

_ارتفاع درجة حرارة وسط تبريد المكثف سواء كان هواء أو ماء .

_ تراكم الأتربة أو الغبار على سطح زعانف المكثف في حالة المكثفات الهوائية(التي تبرد بالهواء).

_ وجود عطل بالمروحة في حالة المكثفات الهوائية أو عطل بالمضخة في حالة المكثفات المائية .

وتتواجد هذه القواطع في صورتين تماما مثل قواطع الضغط المنخفض وهما:-

١- قواطع بتحرير أتوماتيكي ٢-قواطع بتحرير يدوي

ولا يختلف شكل هذه القواطع عن قواطع الضغط المنخفض المبينة بالشكل (٦-٤١) فقواطع الضغط العالي ذات التحرير الأوتوماتيكي تكون مزودة بتدريجين أحدهما لضغط القطع CUT OUT (STOP) والثاني للفرق DIFF.

في حين أن قواطع الضغط العالي ذات التحرير اليدوي تكون مزودة بتدريج واحد للإيقاف (STOP) CUT OUT ويكون الفرق DIFF ثابتا .

والشكل(٦-٤٢) يبين الأجزاء الداخلية لهذا القاطع .

حيث أن : -

عمود معايرة الضغط القطع	1
عمود معايرة الفرق	2
الذراع الرئيسي	3
مدخل الكابل	15
لوح تقييد	18
ذراع	19
ذراع التحرير الداخلي	25
ضاغط التحرير الداخلي	30

الشكل (٦-٤٢)

والشكل(٦-٤٣) يعرض المسقط الرأسي لقاطع الضغط العالي ذات التحرير الأوتوماتيكي

حيث أن:-

تدريج ضغط القطع (STOP) CUT OUT

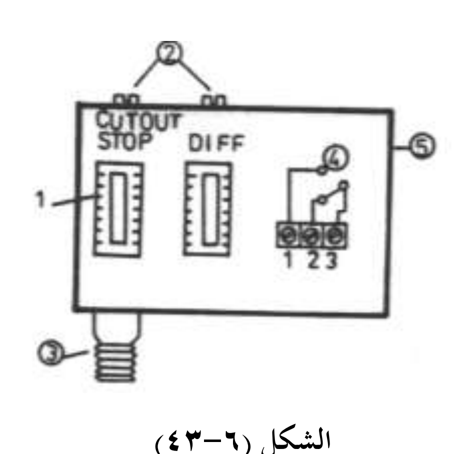
وتدريج الضغط الفرقي 1

مسامير ضبط ضغط القطع والضغط الفرقي 2

مدخل الضغط 3

ريش تلامس القاطع 4

جسم القاطع 5



الشكل (٦-٤٣)

و الشكل (٦-٤٤) يبين نقاط توصيل قاطع الضغط العالي ومن هذا الشكل نستنتج أن:-

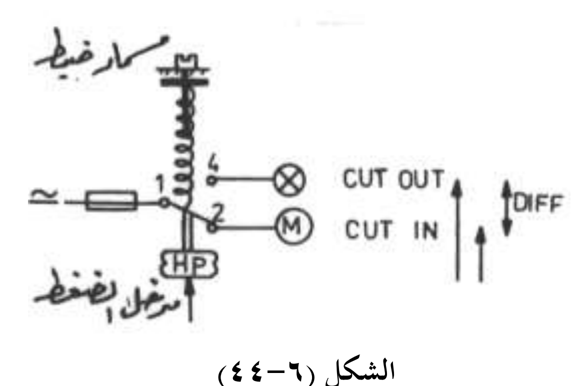
CUT IN= CUT OUT -DIFF

ضغط التشغيل = ضغط الإيقاف – لفرق

علما بأن هذه المعادلة تكون مدونة علي القاطع

مثال :-

إذا كان الضغط الأقصى لضاغط هو 12 bar وعند وصول ضغط طرد الضاغط لهذه القيمة يفصل الضاغط ويعاود الدوران عند انخفاض ضغط الطرد bar وفي هذه الحالة يضبط قاطع الضغط العالي كما هو مبين بالشكل



الشكل (٦-٤٤)

(٦-٤٥) كما يلي :-

ضغط الإيقاف (CUT OUT)	12 bar
ضغط التشغيل (CUT IN)	8 bar
ضغط الفرقي (DIFF)	4 bar

والشكل (٦-٤٦) يبين أوضاع ريشة القاطع القلاب عند حالات التشغيل المختلفة وهم كما يلي :-

١-الوضع الطبيعي لقاطع الضغط العالي ووضع ريشة القاطع عندما

الشكل (٦-٤٥)

يكون ضغط خط طرد الضاغط أقل من 12 bar(الشكل ١) .

٢- و ضع ريشة القاطع عند وصول ضغط طرد الضاغط إلى bar 12 ويظل على هذا الوضع حتى ينخفض الضغط إلى bar 8 أو اقل (الشكل٢) .

الشكل (٦-٤٦)

في حالة قواطع الضغط العالي ذو التحرير اليدوي فتكون مزودة بضاغط أو مفتاح للتحرير اليدوي ويكون فرق الضغط قيمة ثابتة ويساوي 3bar والجدول (٦-٦) يعطي قيمة ضغط القطع وضغط الوصل لقواطع الضغط العالي بوحدة bar ووحدة (PSI) .

الجدول ٦-٦

الفريون / الضغط	R12	R22	R502
ضغط الوصل	12 (174)	16 (232)	17.5 (254)
ضغط القطع	14 (230)	19 (276)	(20.5) (297)

٦- ٨-٣ قواطع الضغط الثنائي

تحتوى قواطع الضغط الثنائي بداخلها على قاطع ضغط عالي وقاطع ضغط منخفض ويزود قاطع الضغط الثنائي بريشة قلاب واحدة ويتواجد هذا القاطع في ثلاثة صور كما يلي:-

١-قاطع ضغط ثنائي مزود بتحرير أتوماتيكي ويكون مزود بثلاثة تدريجات كما هو مبين بالشكل(٦-٤٧) كما يلي :-

١-تدريج ضبط ضغط التشغيل START

٢_تدريج ضبط ضغط الإيقاف DIFF

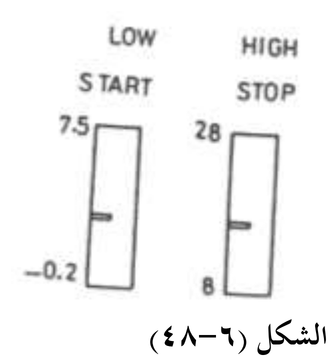
٣_ تدريج ضبط ضغط الإيقاف STOP

الشكل(٦-٤٧)

ويتراوح ضغط التشغيل ما بين (-0.2 : 7.5bar) ويتراوح الضغط الفرقي ما بين (0.7:4bar) ويتراوح ضغط الإيقاف مابين (8:28bar) حيث يحتوى علي تدريجين لقاطع الضغط المنخفض

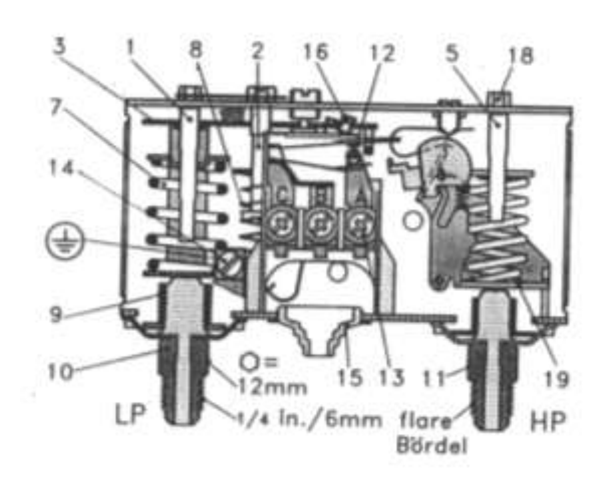
LOW وتدريج لقاطع الضغط العالي HIGH وهو خاص بضغط الإيقاف STOP أما الضغط الفرقي DIFF لقاطع الضغط العالي فيكون ثابت ويساوى عادة 4bar .

ب_ قاطع ضغط ثنائي بتحرير أوتوماتيكي للضغط المنخفض وبتحرير يدوي للضغط العالي ولا تختلف تداريج هذا النوع عن النوع السابق .



الشكل (٦-٤٨)

ج_ قاطع ضغط ثنائي بتحرير يدوي ويكون مزود بتدريجين كما هو مبين بالشكل (٦-٤٨) ويلاحظ أن هذا النوع مزود بتدريجين فقط أحدهما لضبط ضغط التشغيل START لقاطع الضغط المنخفض LOW والآخر لضبط ضغط الإيقافSTOP لقاطع الضغط العالي HIGH أما الضغط الفرقي لقاطع الضغط المنخفض يكون ثابت ويساوى 0.7bar علي سبيل المثال . أما الضغط الفرقي لقاطع الضغط العالي يكون ثابت ويساوى 4 bar . والشكل (٦-٤٩) يعرض قطاع في قاطع ضغط مزدوج (ثنائي) طراز kp15 من إنتاج شركة Danfoss .



الشكل (٦-٤٩)

حيث أن :-

عمود ضبط الضغط المنخفض LP	1	المفتاح	12
عمود ضبط الضغط الفرقي LP	2	أطراف توصيل	13
العمود الرئيسي	3	طرف أرضي	14
عمود ضبط الضغط العالي HP	5	مدخل الكابل	15

زنبرك رئيسي	7	قلاب	16
زنبرك الضغط الفرقي	8	لوح تقييد	18
منفاخ	9	ذراع	19
وصلة الضغط المنخفض	10	ضاغط التحرير	30
وصلة الضغط العالي	11		

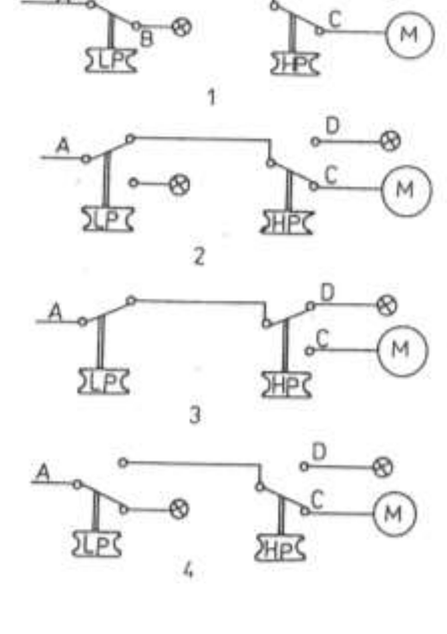
والشكل (٦-٥٠) يبين أوضاع الريشة القلاب لقاطع ضغط مزدوج (ثنائي) بتحرير ذاتي .

فالشكل 1 يبين أوضاع ريش قاطع الضغط الثنائي في الوضع الطبيعي قبل التركيب

والشكل 2 يبين أوضاع ريش قاطع الضغط الثنائي عندما يكون ضغط سحب الضاغط أكبر من أو يساوى ضغط التشغيل وليكن 3 bar وعندما يكون ضغط الطرد أكبر من ضغط القطع العالي وليكن 20 bar .

والشكل 3 يبين أوضاع ريش القاطع عند فصل القاطع نتيجة لزيادة ضغط خط الطرد للضاغط عن ضغط القطع العالي وليكن 20 bar .

والشكل 4 يبين أوضاع ريش القاطع عند فصل القاطع نتيجة للانخفاض ضغط سحب الضاغط عن ضغط القطع المنخفض وليكن 1bar.



الشكل (٦-٥٠)

٦- ٨- ٤ قواطع ضغط الزيت

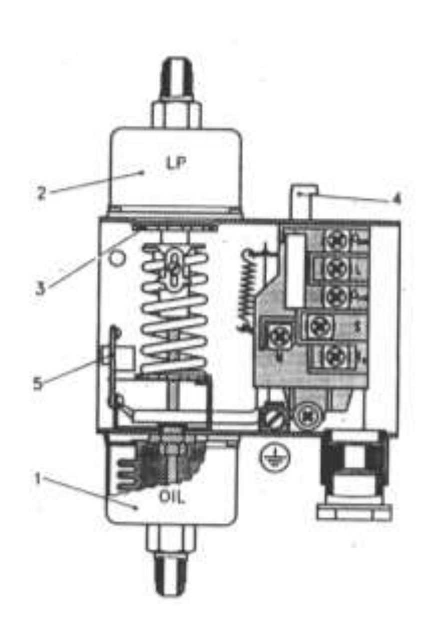
معظم الضواغط التي تزيد قدرتها عن (5HP) حصان تزود بمضخة تزييت لتزييت الأجزاء الميكانيكية بالضاغط . وعند توقف ا لضاغط لمدة طويلة يحدث امتزاج لمركب التبريد مع زيت الضاغط وذلك عند انخفاض درجة حرارة الضاغط في وقت الشتاء ويؤدى هذا الامتزاج إلى حدوث ظاهرة غليان مركب التبريد وخروج كمية كبيرة من زيت التزييت في صورة رغاوى وذلك عند بدء تشغيل الضاغط لانخفاض الضغط في صندوق عمود مرفق الضاغط .

وينتج عن ذلك قصور في عملية التزييت لعدم تمكن المضخة من إعطاء الضغط المطلوب وكذلك يحدث انخفاض لضغط المضخة عند حدوث السداد جزئي لمصفي الزيت بالمضخة لتكون مواد جلاتينية بزيت التزييت .

والجدير بالذكر أن انخفاض لضغط الزيت الخارج من المضخة لمدة تزيد عن دقيقتين تؤدى إلى تلفيات كبيرة للضاغط لذلك تستخدم قواطع ضغط الزيت حيث تسمح بدوران الضاغط لمدة تتراوح ما بين (45:120sec) ثانية وعند عجز مضخة الزيت في هذه الفترة الزمنية من تحقيق الضغط المطلوب يقوم قاطع ضغط الزيت بفصل التيار الكهربي عن الضاغط وإيقافه .

والشكل (٦-٥١) يعرض قطاع لقاطع ضغط الزيت MP54 من صناعة شركة Danfoss حيث أن :-

فتحة التوصيل بمضخة الزيت	1
فتحة التوصيل بخط سحب الضاغط	2
قرص معايرة	3
ضاغط تحرير	4
جهاز اختبار	5



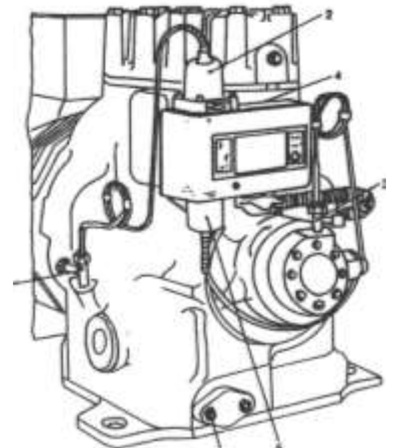
الشكل (٦-٥١)

ولقاطع ضغط الزيت فتحتين الفتحة السفلية توصل بمضخة الزيت لقياس الزيت مضافا إلية ضغط صندوق المرفق والذي يكافئ ضغط خط سحب الضاغط والفتحة العلوية توصل بصندوق المرفق لقياس ضغط سحب الضاغط والشكل (٦-٥٢) يبين طريقة توصيل قاطع ضغط الزيت مع الضاغط ومخطط التوصيل (شركةCopeland) .

حيث أن :-

وصلة علي شكل T	1
مفتاح ضغط السحب LP	2
وصلة مضخة الزيت عبر صمام شرادر	3
قافيز تثبيت	4
منفاخ ضغط الزيت OIL	5

مصفاة الزيت ويمكن نزعها بعد فك الفلانجة 6



والشكل (٦-٥٣) يبين المخطط الكهربي لقاطع ضغط الزيت يوضح نظرية عمل القاطع .

حيث أن :-

فتحة توصيل بخط سحب الضاغط 1

فتحة التوصيل بمضخة الزيت 2

ريشة تفتح عندما يكون 3

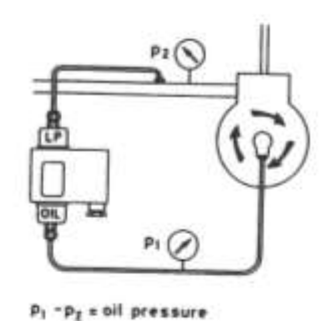
$P_3 < (P_1 - P_2)$

سخان قاطع ضغط الزيت 4

ريشة التوصيل والفصل مصنوعة 5

من معدن ثنائي .

مقاومة كهربية 6





الشكل (٦-٥٢)

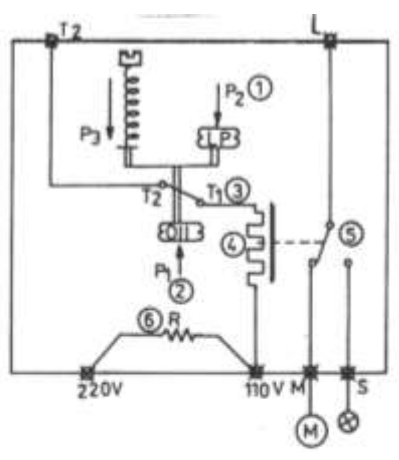
فعندما يكون فرق الضغط بين ضغط الزيت (p_1) وضغط خط السحب P_2 أكبر من ضغط الياي الخاص بالقاطع P_3 تفتح الريشة (T_1-T_2) ويلاحظ أن الدائرة الكهربية لقاطع ضغط لزيت ينقسم إلى :-

دائرة تشغيل :- مؤلفة من الريشة القلاب L –M-S .

دائرة تحكم :- مؤلفة من الريشة T_1-T_2 وسخان القاطع (المقاومة) R .

فعند عمل الضاغط يكتمل مسار تيار دائرة التحكم لقاطع ضغط الزيت فإذا كان

$(P1 - P2) > P3$ وذلك عندما يكون ضغط الزيت طبيعي ينقطع مسار تيار سخان القاطع 4 وتظل الريشة L-M مغلقة ومن ثم يظل الضاغط يعمل بصورة طبيعية .



الشكل (٦-٥٣)

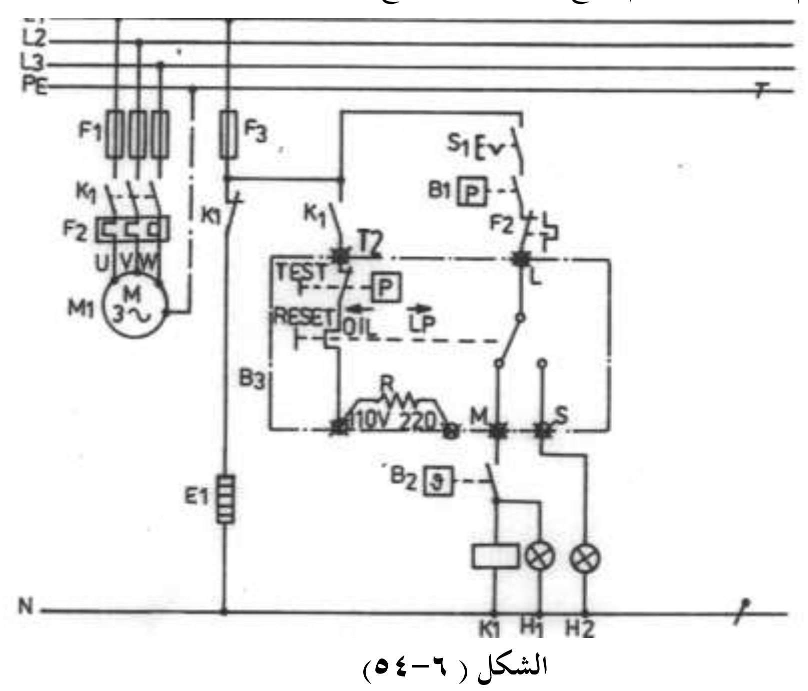
أما إذا كان $(P_1-P_2) < P_3$ وذلك عندما يكون ضغط

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الزيت منخفض تظل الرشة T_1-T_2مغلقة فترتفع درجة حرارة سخان القاطع ويتغير وضع الريشة L-M-Sفتفتح الريشة L-M

حيث أنها مصنوعة من معدنيين لهما معامل تمدد مختلف ومن ثم يتوقف الضاغط والجدير بالذكر أن جهد تشغيل سخان القاطع 110Vفإذا كان جهد الدائرة الكهربية 220V توصل المقاومة Rبالتوالي مع سخان القاطع .

وحتى يسهل علينا استيعاب نظرية عمل قاطع ضغط الزيت سنستعين بالشكل(٦-٥٤) الخاص بدائرة التحكم لضاغط يستخدم قاطع ضغط زيت وقاطع ضغط منخفض لحمايته .



الشكل (٦-٥٤)

حيث أن :-

محرك الضاغط	M_1
مصهرات الدائرة الرئيسية	F_1
مصهر دائرة التحكم	F_3
كونتاكتور	K_1
متتم زيادة الحمل على المحرك	F_2
سخان صندوق مرفق الضاغط	E_1
قاطع الضغط المنخفض	B_1

ترموستات غرفة التبريد	B_2
قاطع ضغط الزيت	B_3
لمبة بيان تشغيل الضاغط	H_1
لمبة بيان انخفاض ضغط الزيت	H_2
مفتاح تشغيل وحدة التبريد	S_1

نظرية التشغيل :-

عند غلق مفتاح التشغيل S_1 يكتمل مسار الكونتاكتور K_1 عبر دائرة التشغيل لقاطع الزيت B_3عند تحقق الشروط التالية:-

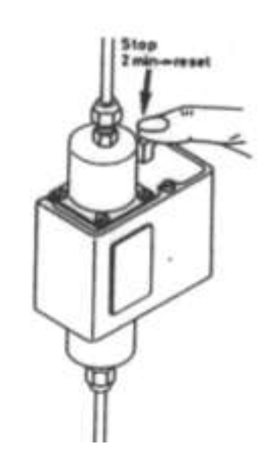
١- درجة حرارة غرفة التبريد اكبر من درجة حرارة الوصل CUT IN الترموستات B_2

٢- الضغط في خط سحب الضغط أكبر من ضغط الوصل CUT IN للقاطع B_1

ويقوم الكوناكتور K_1 بعكس حالة ريشة فتغلق الريش المفتوحة طبيعيا وتفتح الريشة المغلقة طبيعيا ويدور الضاغط وينقطع مسار تيار سخان صندوق مرفق الضاغط E_1 ويكتمل مسار تيار دائرة تحكم قاطع ضغط الزيت B_3 فيمر التيار الكهربي في سخان قاطع ضغط الزيت فإذاكان ضغط الزيت والذي يساوى فرق الضغط بين ضغط مضخة الزيت وضغط خط السحب اكبر من القيمة المعاير علها قاطع ضغط الزيت تفتح الريشة T_1-T_2 قبل مرور (S 120: 45) ثانية ويظل الضاغط يعمل بصورة طبيعية . أما إذاكان هناك مشكلة ما في مضخة الزيت فإن ضغط الزيت سيكون منخفض ومن ثم تظل الريشة T_1-T_2 مغلقه فترتفع درجة حرارة سخان قاطع الزيت وتفتح ريشه الازدواج الحراري L-M وتغلق الريشة L-S فينقطع مسار تيار الكونتاكتور K_1 ويتوقف محرك الضاغط M_1 في حين يكتمل مسار تيار لمبة بيان انخفاض ضغط الزيت H_2 وتضئ

ويمكن تحرير قاطع ضغط الزيت بالضغط اليدوي على ضاغط التحرير Reset واعادة التشغيل من جديد بعد إزالة أسباب انخفاض ضغط الزيت ويمكن اختبار قاطع ضغط الزيت بالضغط على ضاغط الاختبار Test أثناء عمل الدائرة في هذه الحالة سيكتمل مسار تيار دائرة التحكم لقاطع ضغط الزيت وتفتح ريشة القاطع L-M وتغلق الريشة L-S وينقطع مسار تيار الكونتاكتور K_1 وتعود ريش الكونتاكتور لوضعها الطبيعي ويتوقف محرك الضاغط M_1 وتضئ لمبة بيان انخفاض ضغط الزيت H_1 وهذا يعنى أن قاطع ضغط الزيت يعمل بصورة طبيعية .

والشكل (٦- ٥٥) يبين طريقة اختيار قاطع ضغط الزيت (شركة Danfoss) .



وذلك بالضغط على ضاغط الاختبار Test لمدة دقيقتين فيحدث فصل للضاغط ويتوقف (Stop) .

٦-٩مجسات درجة الحرارة والضغط

Temperature and Pressure Sensors

أولا مجسات درجة الحرارة :-

تصنع مجسات درجة الحرارة من مقاومات حرارية تتغير مقاومتها تبعا لدرجة الحرارة وعادة تكون مقاومات PTC أي تزداد مقاومتها بزيادة درجة حرارتها والعكس صحيح .

الشكل (٦-٥٥)

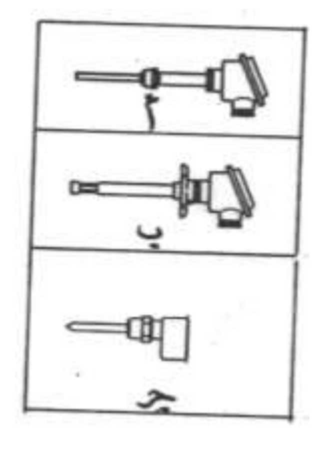
وتقوم شركة Danfoss بعرض نوعين من هذه المجسات وهي المجس PT 1000 ، والمجس PT 500 ومعامل التغير في مقاومة PT 1000 يساوى $3.9\ \Omega / {}^0C$ فعندما تكون درجة الحرارة $0\ {}^0C$ تكون المقاومة $1000\ \Omega$ وعندما تكون درجة الحرارة $35\ {}^0C$ تكون المقاومة مساوية $= 1000 + 3.9 * 35 = 1136.5\ \Omega$

أما المجس PT 500 فمقاومته عند $0\ {}^0C$ تساوى $500\ \Omega$ وله معامل تغير في المقاومة يساوى $1.96\ \Omega / {}^0C$ فعندما تكون درجة الحرارة $35\ {}^0C$ تكون المقاومة مساوية

$$= 500 + 1.96 * 35 = 568.6\ \Omega$$

وتستخدم مجسات درجة الحرارة عادة مع أجهزة التحكم الإلكترونية في وحدات التبريد التجارية ووحدات التكييف المركزية .

والشكل (٦-٥٦) يعرض المسقط الرأسي لنماذج مخلفة من مجسات درجة الحرارة من إنتاج شركة Danfoss . فالشكل أ ، ج لمجس درجة حرارة من النوع الذى يغمس في المكان المطلوب الإحساس بدرجة حرارته والشكل ب لمجس درجة حرارة من النوع الذي يوضع في قنوات الهواء البارد .



الشكل (٦-٥٦)

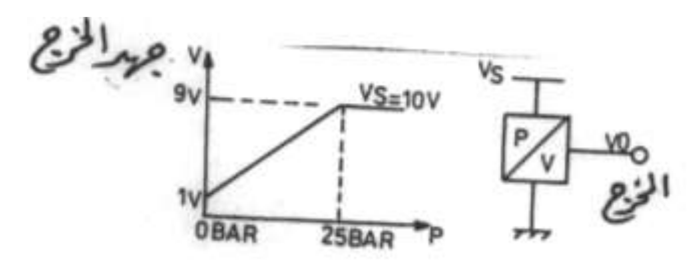
ثانيا مجسات الضغط :-

تقوم مجسات الضغط بقياس الضغط وتحويله لجهد أو تيار يتناسب مع قيمة الضغط .

فمثلا شركة Danfoss تعرض مجس ضغط طراز AKS 33 يتراوح جهد خرجه ما بين 10v ⟵ 0 في حين أن مجس الضغط طراز AKS 33 يتراوح تيار خرجه ما بين 20mA ⟵ 4

مجسات الضغط مع أجهزة التبريد التجارية وأجهزة التكييف المركزية التي يتم التحكم فيها بحاكمات إلكترونية أو أجهزة تحكم مبرمج PLCs .

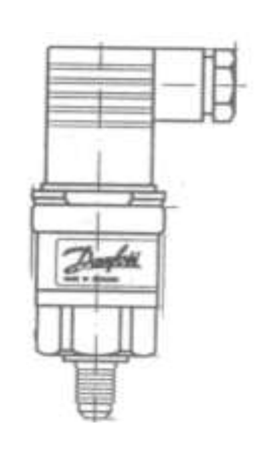
والشكل (٦-٥٧) يبين طريقة توصيل مجس ضغط AKS 32R ومدى الضغط المقاس له 0 : 25 bar (الشكل أ) وكذلك خواص هذا المجس عندما يكون جهد المصدر Vs = 10V .



الشكل (٦-٥٧)

والشكل (٦-٥٨) يعرض المسقط الرأسي لمجس الضغط AKS 32R .

حيث أن :



مدخل أسلاك التوصيل 1

فتحة التوصيل بخط الضغط المقاس 2



٦- ١٠ مؤقتات إذابة الصقيع القابل للمعايرة
Adjustable Defrost Timers

توجد أنواع مختلفة من مؤقتات إذابة الصقيع القابلة للمعايرة والمستخدمة في إذابة الصقيع المتجمع في وحدات التبريد التجارية منها ما هو كهر وميكانيكية وهى تحتوى على محرك كهربي ومجموعة من التروس والكامات والمفاتيح ومنها ما هو رقمي يمكن برمجته.



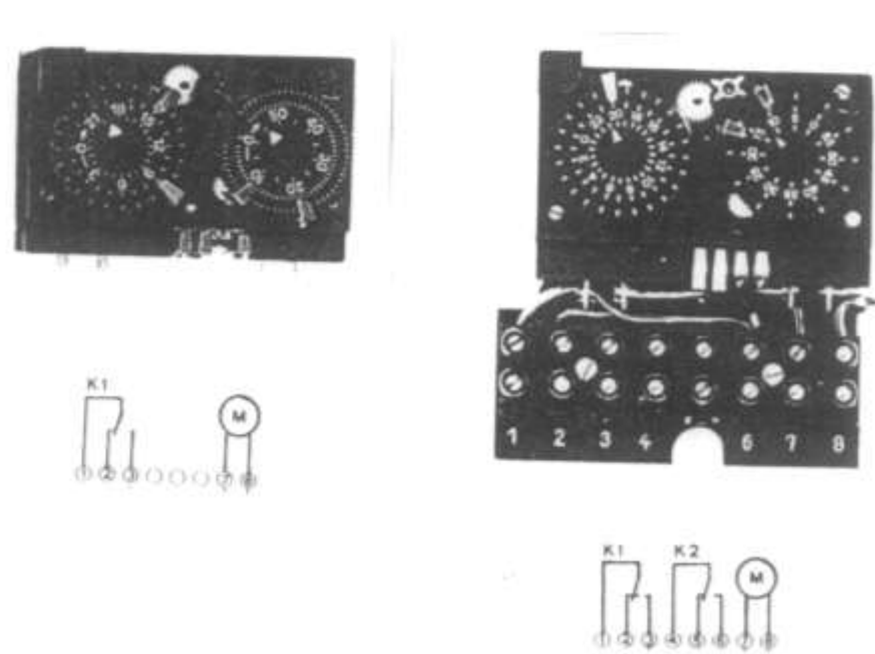
٦- ١٠-١ مؤقتات إذابة الصقيع الكهروميكانيكية

الشكل (٦-٥٨)

الشكل (٦-٥٩) يعرض نموذجين لمؤقتين إذابة صقيع كهروميكانيكية والمخطط الكهربي لهما من إنتاج شركة Theben.

ويلاحظ أن المؤقت المبين بالشكل (أ) له ثمانية أطراف وهم الأطراف 7,8 للمحرك الكهربي للمؤقت والأطراف 1,2,3 للريشة القلاب K1 والأطراف 4,5,6 للريشة القلاب K2 . أما المؤقت المبين بالشكل ب فله خمس أطراف وهم 7,8 (أطراف المحرك الكهربي) والأطراف 1,2,3 (أطراف الريشة

القلاب K1)ويزود كليهما بقرص مرقم لضبط الساعة التي تبدأ عندها دورة إذابة الصقيع (القرص الأيسر) وقرص لضبط المدة الزمنية لدورة إذابة الصقيع والتي تتراوح ما بين (2 : 54 min) دقيقة (القرص الأيمن) .



الشكل (٦-٥٩)

ومن أجل إمكانية ضبط هذا المؤقت يلزم ضبط أقراص المؤقت في بادئ الأمر عند الساعة الحالية أثناء عملية الضبط وذلك بتوجيه السهم الصغير الموجود بالأقراص جهة الموضع المرغوب وبعد ذلك تحديد الساعة التي يحدث عندها إذابة الصقيع بواسطة كلبسات توضع عند الساعة المرغوبة .

وكذلك عدد الدقائق التي يستمر فيها عملية إذابة الصقيع بوضع كلبسات عند الزمن المرغوب فبالنسبة للمؤقت المبين بالشكل (أ) فإن عملية الضبط تمت عند الساعة 9 مساءا (21) و12 دقيقة ومطلوب إذابة الصقيع مرة كل يوم الساعة 20 أي الثامنة مساءً لمدة عشر دقائق إذا تركت الكلبس الموضوع عند 10 ونزع الآخر الموضوع عند 15 أو لمدة خمسة عشر دقيقة إذا ترك الكلبس الموجود عند 15 ونزع الموضوع عند 10 وهكذا .

أما المؤقت المبين بالشكل ب فمضبوط الساعة 19(سبعة مساءا) و55 دقيقة لتبدأ دورة إذابة الصقيع مرتين الساعة 9صباحا ، 3ظهرا (15) لمدة عشر دقائق عند ترك الكلبس الموضوع عند 10 وترك

الكلبس الموضوع عند 20 أو 20 دقيقة عند ترك الكلبس الموضوع عند 20 ونزع الكلبس الموضوع عند 10 وهكذا .

والشكل (٦-٦٠) يعرض نموذج آخر لمؤقت إذابة الصقيع القابل للمعايرة من إنتاج شركة Theben حيث يحتوى على قرص خارجي للساعات وقرص داخلي للدقائق .



الشكل (٦-٦٠)

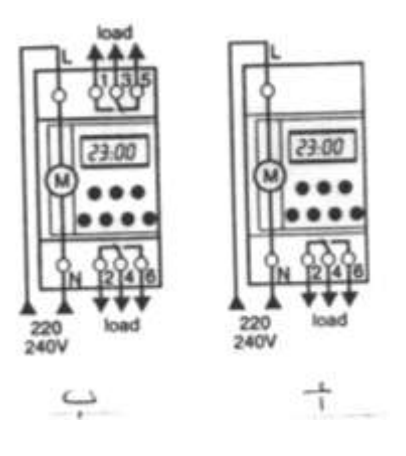
٦- ١٠-٢ مؤقتات إذابة الصقيع الرقمية

تتواجد مؤقتات الصقيع الإلكترونية (الرقمية) بصور مختلفة تبدأ من مؤقتات يمكن برمجتها خلال يوم

الشكل (٦-٦٠)

واحد أو أسبوع أو شهر أو سنة لمدد زمنية تصل إلى دقيقة واحدة 1 min وتزود هذه المؤقتات ببطاريات ليثيوم يصل عمرها إلى ست سنوات .

والشكل (٦-٦١) يعرض نموذج لمؤقت رقمي مبرمج بقناة واحدة (الشكل أ) ونموذج لمؤقت رقمي مبرمج بقناتين (الشكل ب) من صناعة شركة Merlin Gerin .



الشكل (٦-٦١)

علما بأن المؤقت الرقمي ذات القناتين يمكن أن يتحكم في وحدتين تبريد في أن واحد ، وتجدر الإشارة إلى أنه يمكن استخدام مؤقت إذابة الصقيع الرقمي الذي يمكن برمجته ليوم واحد في التحكم في وحدات التبريد العادية .

٦-١١ المفاتيح الكهرومغناطيسية

Electromagnetic Relays

تنقسم المفاتيح الكهرومغناطيسية إلى :-

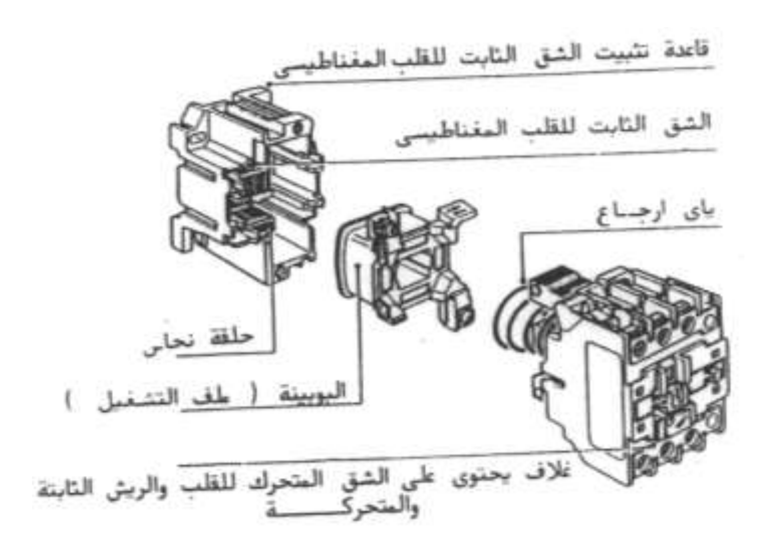
١- كونتاكتورات Contactors لوصل وفصل الأحمال الكهربية .

٢- الريليهات الكهرومغناطيسية syaleR

وتستخدم لإجراء الوظائف المساعدة .

وتعمل المفاتيح الكهرومغناطيسية بالمجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار الكهربي في ملف

التشغيل وتتكون المفاتيح الكهرومغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيسي مصنوع من رقائق من الصلب السليكوني المعزولة علما بأن هذا القلب مشقوق إلى شقين أحدهما ثابت والآخر متحرك ويوجد حول الشق الثابت ملف التشغيل Coil أما الشق المتحرك فيحمل ريش التلامس والفرق الجوهري بين الكونتاكتور والريلاى هو أن الريلاي لا يحتوى على ريش رئيسية (أقطاب) بل ريش تحكم فقط أما الكونتاكتور فيحتوى على ريش رئيسية (أقطاب) وريش تحكم (مساعدة) وتقوم الأقطاب بالتحكم في وصل وفصل التيار الكهربي عن الأحمال مثل المحركات والسخانات الكهربية أما ريش التحكم فتقوم ببعض الوظائف المساعدة في عمليات التحكم ستتضح عند تناول دوائر التحكم للمحركات فيما بعد والشكل (٦-٦٢) يبين التركيب الداخلي للكونتاكتور .



الشكل (٦-٦٢)

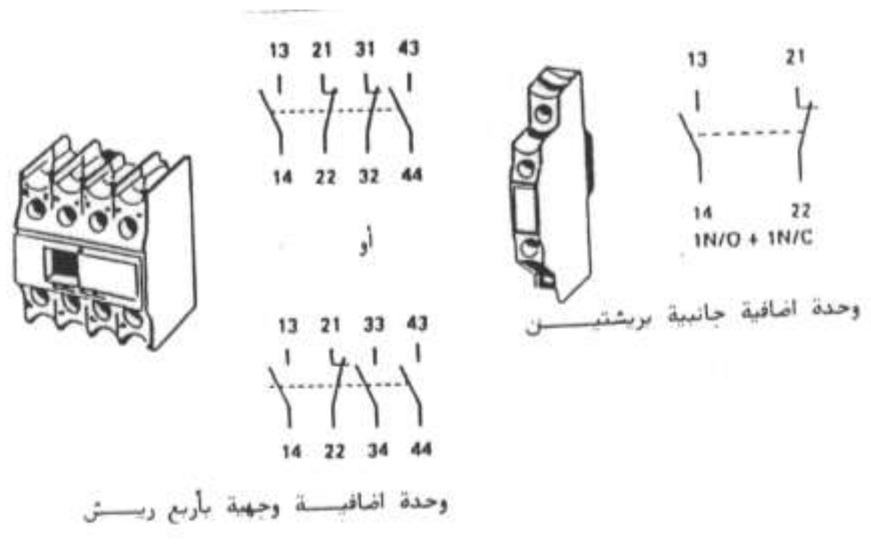
والجدير بالذكر أنه في بعض الأحيان يكون عدد ريش التحكم في الكونتاكتور غير كافي لذا تستخدم وحدات إضافية وجهية تثبت على وجه الكونتاكتور أو وحدات إضافية جانبية تثبت على جانب الكونتاكتور ويختلف نوع وعدد ريش التحكم في الوحدات الإضافية .

فيوجد وحدات تحتوى على ريشتين وأخرى تحتوى على أربع ريش بتنظيمات مختلفة على سبيل **المثال** :-

(NO + NC) أو (2NO)أو (2NC)

(2NO + 2NC)أو(4NO) أو(4NC)

والشكل (٦-٦٣) يعرض صورا لوحدات إضافية وجهية وجانبية .

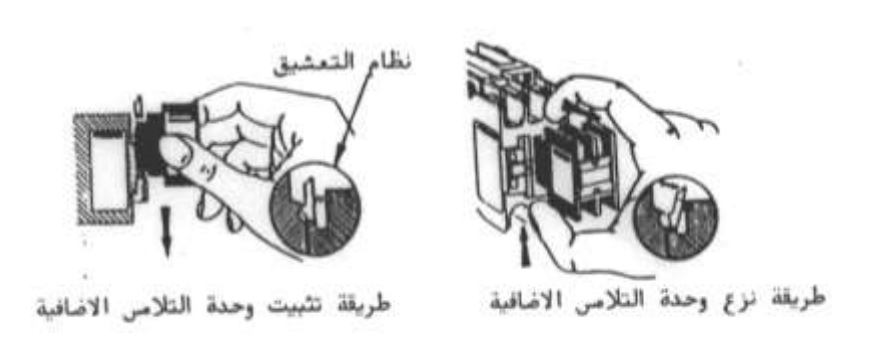


الشكل (٦-٦٣)

حيث أن :- ريشة مفتوحة طبيعيا NO

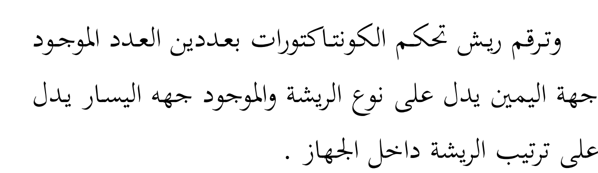
ريشة مغلقة طبيعيا NC

والشكل (٦-٦٤) يبين طريقة تثبيت وحدة إضافية وجهية تحتوى على ريشتين تحكم على وجه كونتاكتور وكذلك طريقة نزعها من على الكونتاكتور ويجب التأكد من التثبيت الصحيح للوحدة الإضافية وذلك بدفع النظام الميكانيكي للريلاي أو الكونتاكتور فإذا تحرك بمرونة دل على أن التثبيت صحيح والعكس بالعكس .



الشكل (٦-٦٤)

وفيما يلي الرموز الكهربية للكونتاكتورات والريلهات الكهرومغناطيسية .



علما بأن A_1 , A_2 هي أطراف ملف التشغيل وترقم الأقطاب الرئيسية كما يلي :-

القطب الأول (1-2) أو $(L_1\text{-}T_1)$

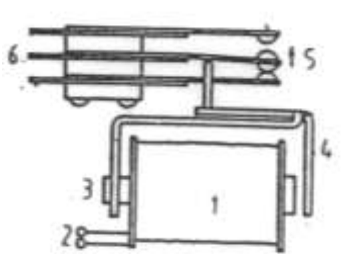
القطب الثاني (3-4) أو $(L_2\text{-}T_2)$

القطب الثالث (5-6) أو $(L_3\text{-}T_3)$

وترقم ريش تحكم الكونتاكتورات بعددين العدد الموجود جهة اليمين يدل على نوع الريشة والموجود جهه اليسار يدل على ترتيب الريشة داخل الجهاز .

فالريش المفتوحة تأخذ الأعداد 3 – 4

والريش المغلقة تأخذ الأعداد 1 – 2



الشكل (٦–٦٥)

وبالتالي فإن الريشة (13 – 14) تعنى الريشة الأولى مفتوحة طبيعيا والريشة (21 – 22) تعنى الريشة الثانية مغلقة طبيعيا .

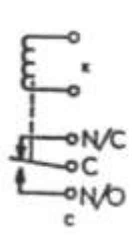
والشكل (٦–٦٥) يعرض التركيب الداخلي لأحد الريليهات الكهرومغناطيسية .

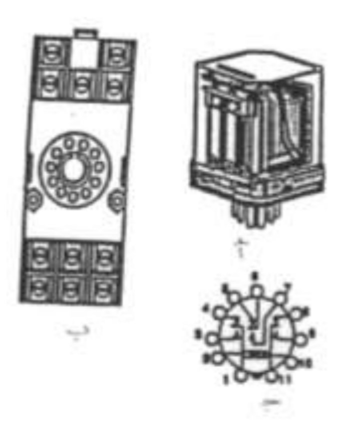
حيث أن :-

ملف الياي	1
أطراف ملف الريلاى	2
القلب المغناطيسي للريلاى	3
حافظة	4
ريش الريلاي	5
أطراف توصيل ريش الريلاى	6

والشكل (٦–٦٦) يعرض نموذج لأحد ريليهات التحكم (الشكل أ) وقاعدة الريلاى الشكل (ب) ومخطط أطراف توصيل الريلاى (الشكل ج) ويلاحظ من مخطط أطراف توصيل الريلاى أن للريلاي ثلاثة ريش قلاب وهم (4-3-1)و(7-6-5) و(11-9-8)وأطراف ملف الريلاي هي (2-10) .

وفيما يلي رمز الريلاى الكهرومغناطيسى :-





الشكل (٦-٦٦)

٦- ١١-١ أعطال المفاتيح الكهرومغناطيسية أسبابها وطرق إصلاحها

والجدول (٦-٧) يعرض الأعطال المختلفة للكونتاكتورات والريليهات الكهرومغناطيسية .

الجدول (٦-٧)

العطل	الأسباب المحتملة	طرق الإصلاح
A-اهتزاز ريش التلامس	1-انكسار حلقة الإزاحة النحاس المثبتة على القلب المغناطيسي .	1-استبدال القلب المغناطيسي.
	2-جهد تشغيل منخفض .	2-التأكد من أن جهد المصدر الكهربي على أطراف ملف الكونتاكتور يساوى جهد الملف المقنن للكونتاكتور وإلا يستبدل ملف الكونتاكتور بآخر له جهد مقنن يساوى جهد التحكم .
	3-ريش تلامس سيئة .	3-استبدال ريش التلامس .

تابع الجدول (٦-٧)

العطل	الأسباب المحتملة	طرق الإصلاح
B-التحام ريش التلامس	1-تيار كبير نتيجة لقصر أو زيادة حمل . 2-تيار الحمل أكبر من التيار المقنن للكونتاكتور .	1-افحص سبب زيادة التيار ثم اعمل على إزالة السبب واستبدال ريش التلامس . 2-يستبدل الكونتاكتور بآخر له تيار مقنن يناسب الحمل .
C-توصيل غير جيد لريش التلامس	1-قوة دفع صغيرة من اليايات. 2-جهد منخفض يمنع القلب المغناطيسي من الإحكام . 3-جسم غريب يمنع ريش التلامس من الغلق .	1-استبدل ريش التلامس ويايات الإرجاع وافحص حامل ريش التلامس للتأكد من سلامته من التشويه . 2-استبدل ملف الكونتاكتور بآخر له جهد ملف يساوى جهد التحكم أو استبدل محول التحكم بآخر يعطى جهد تحكم يساوى جهد الملف المقنن للكونتاكتور . 3-نظف الريش .
D-قصر عمر نقاط الأبلاتين لريش التلامس أو ارتفاع درجة حرارتها	1-أبردها بمبرد ناعم لمساواتها. 2-تيار كبير عن القيمة المقننة للكونتاكتور . 3-ضغط ياي الإرجاع ضعيف.	1-استبدل ريش التلامس . 2-استبدل الكونتاكتور بآخر أكبر مناسب . 3-استبدل ريش التلامس مع يايات الإرجاع والتأكد من أن حامل ريش التلامس لم يشوه.

تابع الجدول (٦-٧)

العطل	الأسباب المحتملة	طرق الإصلاح
D-قصر عمر نقاط الأبلاتين لريش التلامس أو ارتفاع درجة حرارتها	4-قاذورات أو جسم غريب على سطح ريش التلامس . 5-قصر . 6-وصلات غير محكمة الرباط	4-نظف ريش التلامس بمادة الفرون Freon . 5-يجب إزالة سبب القصر والتأكد من حجم المصهرات والقواطع المستخدمة . 6_التأكد من إحكام رباط أطراف ريش التلامس مع الموصلات باستخدام المعدات اللازمة .
E-ملف التشغيل مفتوح .	1-انهيار ميكانيكي .	1-بدل الملف بعناية وذلك بعد فك مسامير تجميع الكونتاكتور مع مراعاة عدم انطلاق ياي الإرجاع من مكانه ثم أعد تجميع الكونتاكور بعكس خطوات الفك أنظر الشكل (٦-٦٢) .
F-ملف التشغيل محمص(محترق) .	1-جهد التحكم أعلى من الجهد المقنن لملف التشغيل . 2-قصر حادث بين مجموعة لفات نتيجة لانهيار ميكانيكي .	1-اختبر جهد التحكم وصححه. 2-غير الملف بعناية أنظر الشكل (٦-٦٢) .
G-صوت أزيز للقلب .	1-انكسار الحلقة النحاس . 2-قاذورات أو صدأ على أوجه القلب المغناطيسي .	1-استبدل شقي القلب المغناطيسي . 2-نظف القلب المغناطيسي .

العطل	الأسباب المحتملة	طرق الإصلاح
G-صوت أزيز للقلب .	3-جهد تحكم منخفض .	3-اختبر جهد التحكم خصوصا عند لحظة وصول التيار الكهربي لملف التشغيل وصححه .
H-الفشل في انجذاب القلب المغناطيسي وتعشيقه .	1-جهد تحكم منخفض . 2-ملف التشغيل تالف. 3-وجود مشكلة ميكانيكية تمنع حركة القلب المتحرك.	1-اختبر جهد التحكم وصححه . 2-استبدل ملف التشغيل . 3-اختبر حركة الأجزاء الميكانيكية بدفع الأجزاء المتحركة ثم اعمل على إزالتها
I-الفشل في الفصل .	1-يوجد مواد ملتصقة على سطح ريش التلامس . 2-الجهد لم يرفع عن ملف التشغيل . 3-مغناطيسية متبقية لنقص الفجوة الهوائية في مسار القلب المغناطيسي . 4-التحام ريش التلامس نتيجة لمرور تيار عالي .	1 -نظف أوجه ريش التلامس. 2-ابحث عن سبب عدم أنقطاع التيار الكهربي عن ملف التشغيل . 3-استبدل القلب المغناطيسي . 4-استبدل ريش التلامس بأخرى سليمة واعمل على إزالة سبب زيادة التيار .

٦-١٢ المؤقتات الزمنية Timers

يوجد ثلاثة أنواع من المؤقتات الزمنية حسب تركيبها الداخلي وهم :-

١- المؤقت الإلكتروني .

٢- المؤقت الهوائي .

٣- المؤقت ذات المحرك .

وبصفة عامة فإن المؤقت الإلكتروني والمؤقت ذات المحرك يوصلان بالمصدر الكهربي لدائرة التحكم وتزود هذه المؤقتات بعدد من ريش التحكم المفتوحة طبيعيا N O والمغلقة طبيعيا NC أو الريش القلاب CO وهذه الريش تستخدم في دوائر التحكم .

الشكل (٦-٦٧)

أما المؤقت الزمني الهوائي فهو لا يعمل مستقلا بذاته بل يثبت على وجه أحد الريليهات الكهرومغناطيسية أو الكونتاكتورات تماما مثل الوحدات الإضافية الوجهية .

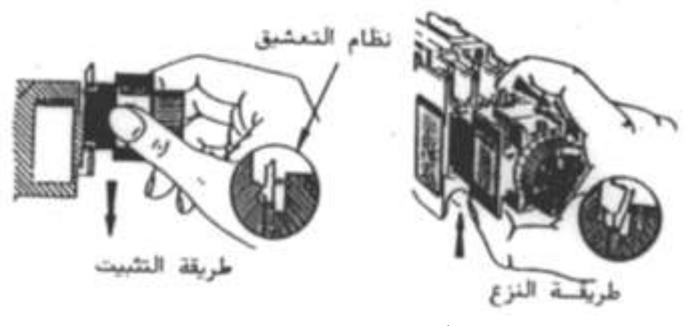
والشكل (٦-٦٧) يعرض صورة لمؤقت هوائي وآخر لمؤقت إلكتروني .

والشكل (٦-٦٨) يبين طريقة تثبيت المؤقت الهوائي وكذلك نزعه من على الكونتاكتور .

ويمكن تقسيم المؤقتات الزمنية حسب خواص تشغيلها إلى :-

أ- المؤقت الزمني الذي يؤخر عند التوصيل ON delay Timer فعند اكتمال مسار التيار لملف المؤقت سواء كان إلكترونيا أو

بمحرك ينعكس وضع ريش تلامس المؤقت بعد تأخير زمني t فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيا NO مغلقة والعكس بالعكس .



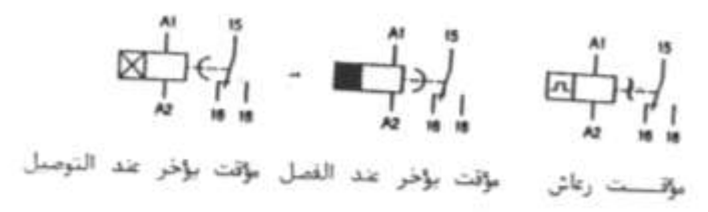
الشكل (٦-٦٨)

أما المؤقت الهوائي الذي يؤخر عند التوصيل فيثبت على وجه الكونتاكتور أو الريلاى الكهرومغناطيسى وعند اكتمال مسار التيار لملف الكونتاكتور أو الريلاى تنعكس ريش تلامس المؤقت الهوائي بعد تأخير زمني مقداره t وتعود لوضعها الطبيعي عند أنقطاع التيار الكهربي عن ملف الكونتاكتور أو الريلاى .

ب– المؤقت الزمني الذي يؤخر عند الفصل OFF delay Timer فعند توصيل ملف المؤقت سواء كان إلكترونيا أو بمحرك بالمصدر الكهربي ينعكس وضع ريش التحكم للمؤقت في الحال أما عند أنقطاع التيار الكهربي عن ملف المؤقت تعود ريش التحكم لوضعها الطبيعي بعد تأخير زمني مقداره t أما المؤقت الهوائي الذي يؤخر عند الفصل فتنعكس ريش تلامسه عند اكتمال مسار التيار لملف الريلاى أو الكونتاكتور ولكن عند انقطاع التيار الكهربي عن ملف الكونتاكتور أو الريلاى تعود ريش تلامس المؤقت الهوائي لوضعها الطبيعي بعد تأخير زمني مقداره t .

جـ–المؤقت الزمني الرعاش Flashing Timer فعند اكتمال مسار التيار لملف المؤقت الزمني يقوم بعكس ريش تلامسه لمدة زمنية t_1 واعادتها لوضعها الطبيعي لمدة زمنية t_2 ويتكرر ذلك طوال فترة اكتمال مسار التيار لملف المؤقت الإلكتروني أو ذو المحرك . ولكن بمجرد أنقطاع مسار تيار الملف تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعي .

وفيما يلي رموز المؤقتات الإلكترونية حيث أن $A_1 – A_2$ هي أطراف ملف المؤقت في حين أن 18 –16 –15 هي أطراف الريشة القلاب للمؤقت.



وفيما يلي رموز المؤقتات الهوائية التي تثبت على وجه الكونتاكتور وترقم ريش التحكم للمؤقتات عامة بعددين فالعدد الأيسر يدل على ترتيب الريشة داخل الجهاز والعدد الأيمن يدل على نوع الريشة فالريشة المفتوحة تأخذ الأعداد 8-7 والريشة المغلقة تأخذ الأعداد 6-5 فمثلا الريشة (55-56) هي الريشة الخامسة وهى مغلقة طبيعيا والريشة (67-68) هي الريشة السادسة وهى مفتوحة طبيعيا .



٦–١٣ الضواغط والمفاتيح ولمبات البيان

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

هذه الأجهزة تجعل الإنسان قادر على مخاطبة وحدة التبريد أو التكييف بمعنى إعطاء أوامر التشغيل وكذلك متابعة الوحدة في نفس الوقت وتعتبر ألوان الضواغط والمفاتيح ولمبات البيان في غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين وذلك لتجنب الفهم الخاطئ لأداء النظام .

والجدول (٦-٨) يبين الألوان المختلفة الخاصة بالضواغط واستخداماتها .

الجدول (٦-٨)

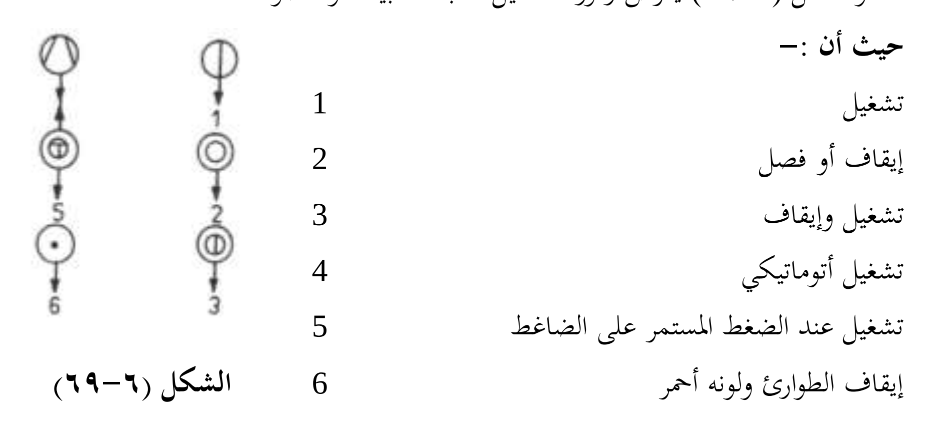
اللون	الاستخدام
أحمر	إيقاف STOP –فصل OFF –طوارئ EMERGENCY .
أخضر وأسود	بدء START – تشغيل ON .
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها .
أبيض وأزرق فاتح	التحكم في العمليات الثانوية التي لا ترتبط بدورة التشغيل للنظام .

والجدول (٦-٩) يوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولاتها .

الجدول (٦-٩)

اللون	المدلول
أحمر	توقف الوحدة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها .
أصفر	أنتبه اقتراب كمية معينة كالتيار أو درجة الحرارة للقيمة القصوى أو الصغرى .
أخضر	الوحدة تعمل أو الوحدة جاهزة للبدء .
أبيض	وصول التيار الكهربي للوحدة .
أزرق	وظائف مختلفة عما سبق .

والشكل (٦-٦٩) يعرض رموز التشغيل للمبات البيان أو الضواغط .



حيث أن :-

تشغيل 1

إيقاف أو فصل 2

تشغيل وإيقاف 3

تشغيل أتوماتيكي 4

تشغيل عند الضغط المستمر على الضاغط 5

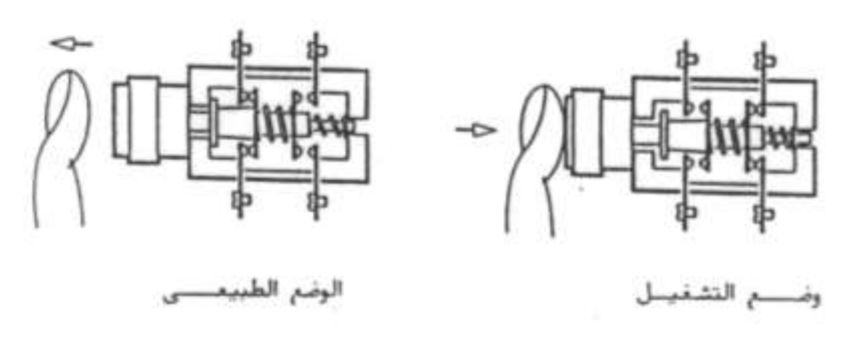
إيقاف الطوارئ ولونه أحمر 6

الشكل (٦-٦٩)

وتتشابه الضواغط والمفاتيح اليدوية في أن كلا منهما يحتوى على مجموعة من ريش التلامس منها الريش المفتوحة طبيعيا N O ومنها المغلقة طبيعيا N C والفرق بينهما في خواص التشغيل فالمفتاح عند تشغيله يعكس حالة ريش تلامسه فالمفتوحة طبيعيا تصبح مغلقة والمغلقة طبيعيا تصبح مفتوحة ويستمر المفتاح على هذا الوضع إلى أن يقوم المشغل بإعادة المفتاح على وضع الإيقاف فتعود ريش المفتاح لوضعها الطبيعي .

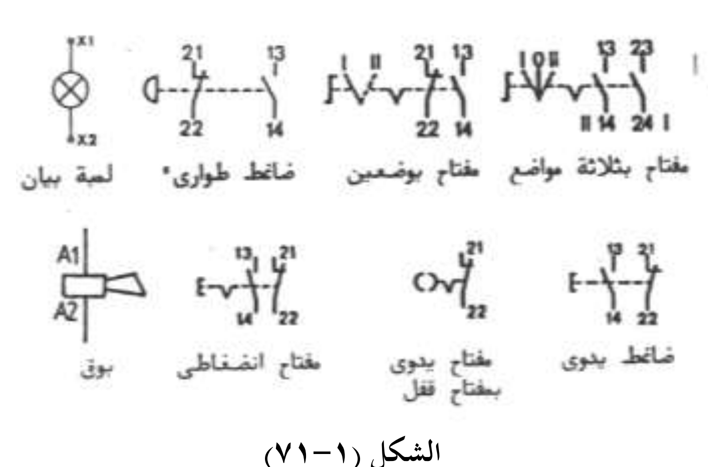
أما الضاغط فيعكس حالة ريش تلامسه أثناء قيام المشغل بالضغط عليه ولكن بمجرد إزالة الضغط على الضاغط تعود ريش تلامس الضاغط لوضعها الطبيعي نتيجة لوجود ياي بداخل الضاغط .

والشكل (٦-٧٠) يعرض قطاعين لضاغط يدوى يحتوى على ريشه مفتوحة طبيعيا NO وريشة مغلقة طبيعيا NC في وضعين مختلفين الأول في الوضع الطبيعي (الشكل أ) والثاني في وضع التشغيل عند الضغط عليه (الشكل ب) .



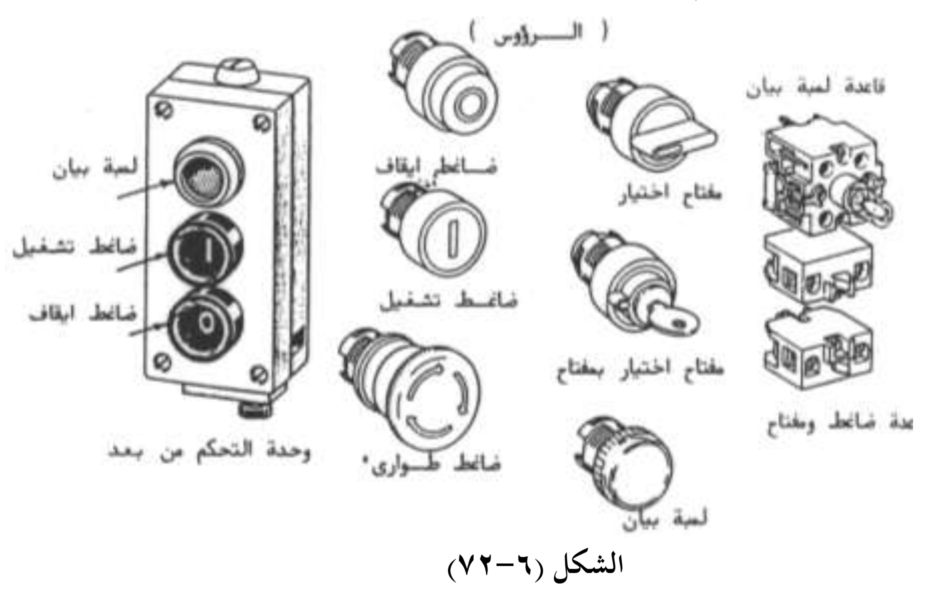
الشكل (٦-٧٠)

والشكل (١-٧١) يعرض الرموز الكهربية للمفاتيح والضواغط ولمبة البيان وبوق الإنذار .



الشكل (١-٧١)

أما الشكل (٦-٧٢) فيعرض شكل رؤوس كلا من ضاغط تشغيل وضاغط إيقاف وضاغط طوارئ ومفتاح اختيار ذات مفتاح قفل ومفتاح اختبار بيد دوارة ولمبة بيان . وكذلك يعرض شكل قاعدة لمبة بيان وريش تلامس الضواغط المختلفة ومفاتيح الاختيار . علما بأنه يتم تجميع رؤوس قواعد اللمبات أو ريش التلامس على أبواب لوحات التحكم أو على شاسيه موجود بجوار وحدة التبريد أو في وحدة التحكم من بعد.



الشكل (٦-٧٢)

الباب السابع

أجهزة الوقاية الكهربية

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أجهزة الوقاية الكهربية

٧-١ مقدمة

وتقوم أجهزة الوقاية الكهربية بحماية الدوائر الكهربية من :-

أ- القصر وهو اتصال أوجه المصدر الكهربي L_1 , L_2 , L_3 معا أو اتصال أحد الأوجه L_3 أو L_2 أو L_1 أو أكثر مع الأرضي P E أو مع خط التعادل N .

ويزداد التيار المار في الدائرة لحظة القصر ليصل إلى عدة مرات من قيمته الأصلية ويعتمد ذلك على جهد التشغيل ومكان القصر ومساحة مقطع الأسلاك .

والشكل (٧-١) يعرض أربعة أشكال مختلفة للقصر .



الشكل (٧-١)

ب- زيادة الحمل وهو زيادة تيار التشغيل للمحركات عن تيارها المقنن وينتج ذلك من حمل زائد على الآلة المدارة بالمحرك مثل الضاغط أو المروحة .

ج- التسرب الأرضي وينشأ من حدوث تلامس غير كامل لأحد أوجه المصدر الكهربي مع الأرضي PE عبر مقاومة كبيرة مثل جسم الإنسان علما بأن التيار الخطر على الإنسان 30mA أي (0.030 A) .

د- ارتفاع درجة حرارة المحركات وينشأ ذلك من سوء التهوية أو تعطل نظام التبريد للمحرك وقد تؤدى ارتفاع درجة حرارة المحرك لتحميص ملفات المحرك وتلفها .

هـ- انعكاس تتابع الأوجه فيجب أن يكون تتابع الأوجه $L_1 \rightarrow L_2 \rightarrow L_3$ فإذا تم عكس الوجه L_2مع الوجه L_3 المتصلة بالمحرك يصبح تتابع الأوجه $L_1 \rightarrow L_3 \rightarrow L_2$ وهذا يؤدى إلى أضرارا بالغة للضواغط الحلزونية Screw Comp بصفة خاصة حيث سينعكس اتجاه دوران المحرك .

و- عدم اتزان الأوجه بمعنى أن جهود الأوجه الثلاثة تكون غير متساوية وهذا يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة المحرك وتلفه .

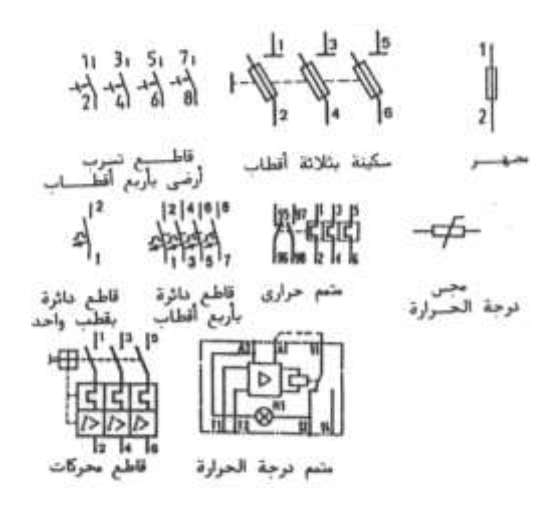
ى- انخفاض أو ارتفاع جهد المصدر وهذا يؤدى إلى زيادة تيار المحرك وارتفاع درجة حرارة المحرك .

والشكل (٧-٢) يعرض صورا مختلفة لأجهزة الوقاية الكهربية .



الشكل (٧-٢)

وفيما يلي الرموز الألمانية لأجهزة الوقاية .



٧-٢ المصهرات Fuses

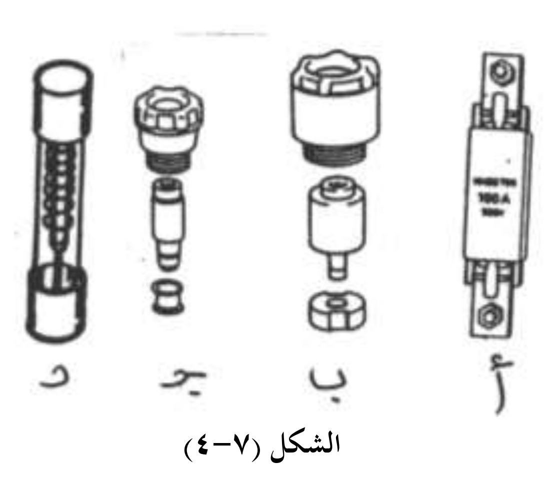
تعتبر المصهرات هي أحد عناصر الوقاية الهامة من زيادة التيار الناتج عن القصر أو زيادة الحمل ، والشكل (٧-٣) يبين تركيب المصهرات المستخدمة في حماية الدوائر الكهربية بصفة عامة وتتركب المصهرات من :-



الشكل (٧-٣)

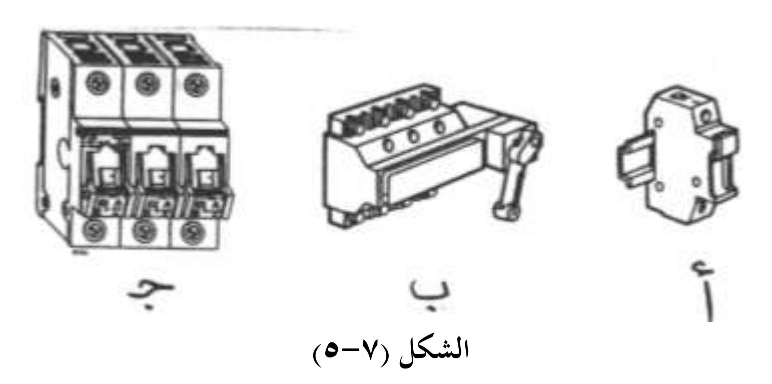
عنصر الانصهار 1 ويكون داخل أنبوبة من الزجاج أو السيراميك 3 وتملئ هذه الأنبوبة بمادة مانعة للحريق أو الشرارة 4 مثل الكوارتز ويوصل عنصر الانصهار بنقطتي توصيل معدنيتين على أطراف هذه الأنبوبة 2 .

والشكل (٧-٤) يعرض نماذج مختلفة للمصهرات فالشكل (أ) لمصهر ريشه والشكل (ب) لمصهر خرطوشي دايزيد والشكل (ج) لمصهر خرطوشي نيوزيد والشكل (د) لمصهر أنبوبي لحماية الدوائر الإلكترونية .



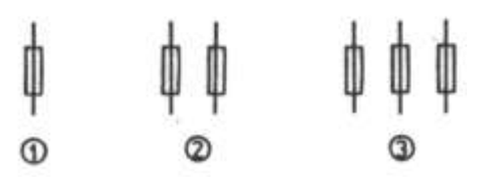
الشكل (٧-٤)

والشكل (٧-٥) يعرض عدة نماذج من حوامل المصهرات الأسطوانية فالشكل (أ) يعرض حامل مصهر قطب واحد والشكل (ب) يعرض حامل مصهر أربعة أقطاب بذراع سكينة والشكل (ج) يعرض حامل مصهر ثلاثة أقطاب .



الشكل (٧-٥)

وفيما يلي رموز المصهرات فالرمز 1 لمصهر قطب واحد والرمز 2 لمصهر قطبين والرمز 3 لمصهر ثلاثة أقطاب.



ويمكن تقسيم الخواص الكهربية للمصهرات حسب خواص الزمن والتيار إلى أربعة أقسام وهم كما يلي :-

١-مصهرات بخواص g L (خواص قديمة)وهذه المصهرات تستخدم في حماية الموصلات والكابلات .

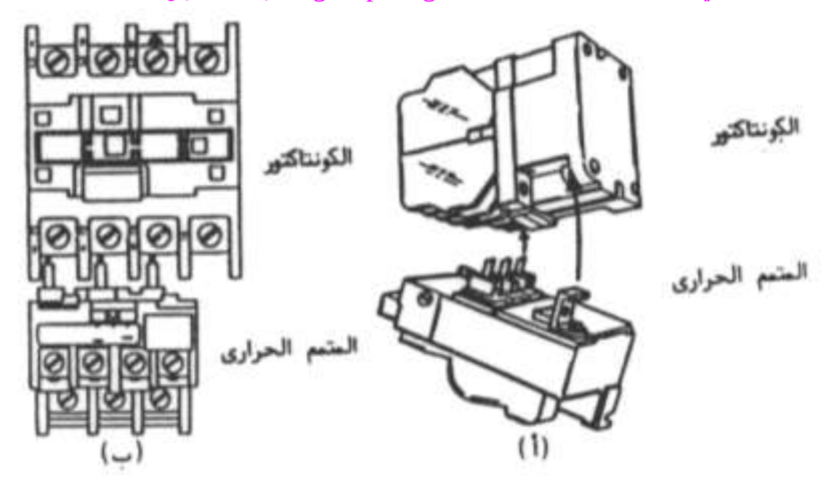
٢-مصهرات بخواص a M (خواص قديمة) وتستخدم في حماية المحركات .

٣-مصهرات بخواص g G (خواص حديثة) وتستخدم في حماية الكابلات والموصلات وكذلك حماية المحركات باختيار المناسب منها الذى يتحمل تيار بدء المحرك .

٤-مصهرات بخواص g M (خواص حديثة) ويستخدم لحماية المحركات من زيادة التيار الناتج عن زيادة الحمل أو القصر .

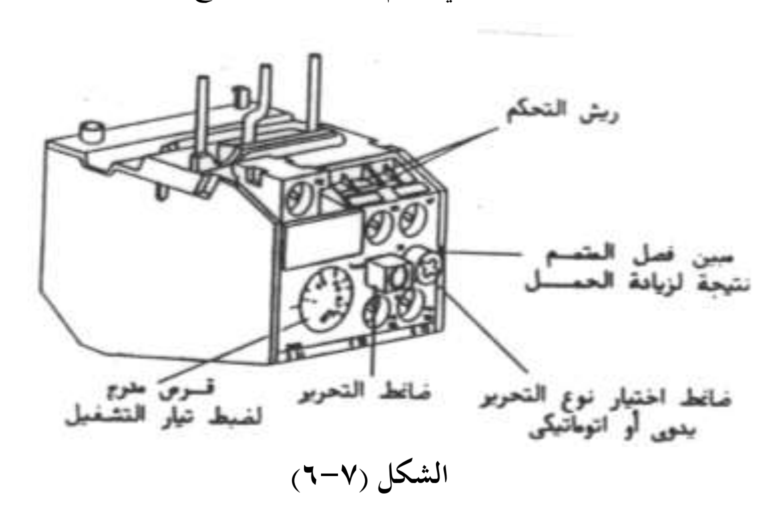
٧-٣ متممات زيادة الحمل Thermal Over Load

تثبت المتممات الحرارية أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربيا لحماية المحركات الكهربية من زيادة الحمل والشكل (٧-٦) يعرض مخطط توضيحي يبين كيفية تثبيت متمم حراري مع الكونتاكتور .



الشكل (٧-٦)

والشكل (٧- ٧) يعرض مخطط توضيحي لمتمم زيادة حمل من إنتاج شركة Siemens .



الشكل (٧-٦)

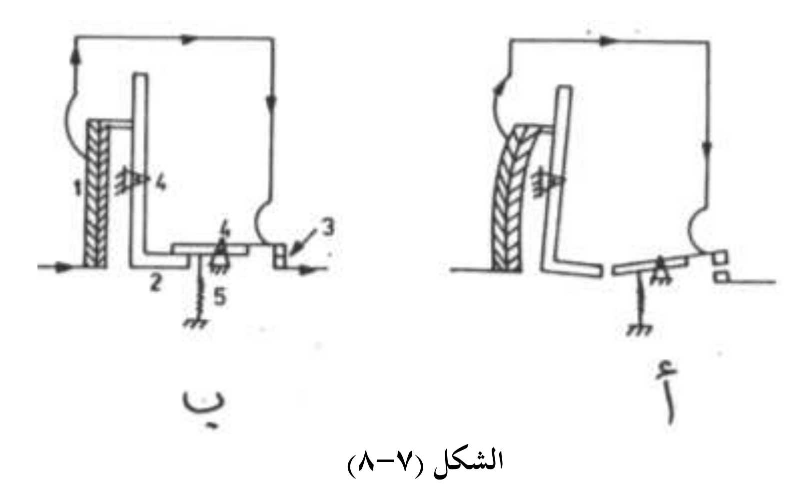
وتحتوى متممات زيادة الحمل الحرارية على قرص مدرج لمعايرة تيار التشغيل للمحرك ومكان لاختيار نوعية تحرير المتمم يدويا MAN أو أتوماتيكيا AUTO وضاغط لتحرير المتمم الحراري يدويا ومبين فصل المتمم نتيجة لزيادة الحمل .

والجدير بالذكر أن أطراف الملفات الحرارية للمتممات الحرارية ترقم بالطريقة التالية :-

القطب الأول	1-2 أو	L1-T1
القطب الثانى	3-4 أو	L2-T2
القطب الثالث	5-6 أو	L3-T3

وترقم الريشة المفتوحة للمتمم الحراري بالأرقام 98-97 والريشة المغلقة بالأرقام 96-95 .

والشكل (٧-٨) يبين نظرية عمل قطب واحد للمتمم الحراري .



الشكل (٧-٨)

فالشكل (أ) يبين وضع الفصل للمتمم نتيجة لزيادة الحمل والشكل (ب) يبين الوضع الطبيعي للمتمم .

ففي الوضع الطبيعي الشكل (ب) يمر التيار الكهربي عبر شريحة المعدن الثنائي المصنوع من معدنين لهما معامل تمدد مختلف 1 ثم عبر ريشة المتمم المغلقة 3 إلى المحرك وعند زيادة الحمل ترتفع درجة حرارة شريحة المعدن الثنائي فتتقوس فتدفع السقاطة 2 لتدور حول المفصل 4 فيتحرر الشعاع المثبت به ريشة التلامس 3 ويقوم الياي 5 بجذب هذا الشعاع لأسفل فتفتح ريشة التلامس 3 كما بالشكل (أ) ويمكن إعادة المتمم لوضعه الطبيعي بتحريره وذلك يدويا أو أتوماتيكيا .

والجدول (٧-١) يعرض الأعطال المختلفة للمتممات الحرارية والمؤقتات الزمنية والمفاتيح اليدوية الدوارة .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٧-١)

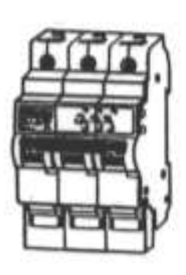
العطل	الأسباب المحتملة	طرق الإصلاح
A-المتمم الحراري يفصل باستمرار .	1-حمل زائد مستمر . 2-وصلات غير مربوطة جيدا. 3-انخفاض جهد المصدر عند البدء . 4-تغير القيمة المعاير عليها المتمم الحراري نتيجة للاهتزاز. 5-متمم حراري غير مناسب .	1-تأكد من عدم وجود قصر أو حمل زائد على المحرك . 2-تأكد من إحكام رباط الموصلات مع أطراف المتمم الحراري وذلك باستخدام الأدوات المناسبة . 3-استبدل موصلات تغذية المحرك بأخرى لها مساحة مقطع مناسبة (أكبر) . 4-أعد ضبط المتمم الحراري . 5-بدل المتمم الحراري بآخر مناسب .
B-اختلاف أزمنة المؤقت الزمني .	1-تغير الأزمنة المعاير عليها المؤقت . 2-تلف المؤقت .	1-راجع القيم المعاير عليها المؤقت وصححها . 2-استبدله .
C-التحام ريش تلامس المفتاح اليدوي .	1-تحريك يد تشغيل المفتاح اليدوي ببطيء زائد جهة وضع التشغيل ON . 2-ضعف قوة يايات التشغيل .	1-حرك يد التشغيل واستبدل ريش التلامس التالفة . 2-استبدل ريش التلامس التالفة ويايات التشغيل .

٧ – ٤ قواطع الدائرة الصغيرة Miniature CB´s

تعد قواطع الدائرة الصغيرة هي وسيلة لتوصيل وفصل الدوائر الكهربية سواء في الأحوال العادية أو في حالات الخطأ والفرق بين القاطع والمفتاح هو أن المفتاح يقوم بوصل وفصل الدائرة يدويا في الحالات العادية ، أما القاطع فيقوم بوصل وفصل الدائرة يدويا في الحالات العادية وأتوماتيكيا عند حدوث أخطاء بالدائرة كالقصر أو زيادة الحمل .

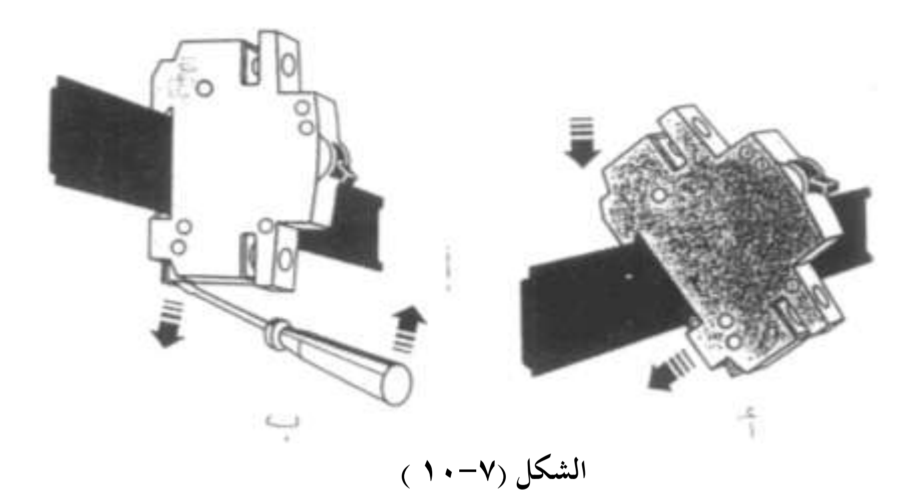
والشكل (٧–٩) يعرض نموذج لقاطع دائرة قطب واحد (الشكل أ) وآخر لقاطع دائرة ثلاثة أقطاب (الشكل ب) .





الشكل (٧–٩)

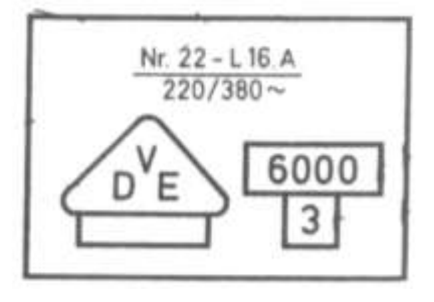
والشكل (٧–١٠) يبين طريقة تثبيت قاطع دائرة صغير على قضيب أوميجا الشكل (أ) وكذلك طريقة نزعه (الشكل ب) .



الشكل (٧–١٠)

ويمكن تقسيم قواطع الدائرة الصغيرة حسب خواصها إلى خواص L وخواص B وتستخدم في وقاية الموصلات والكابلات وقواطع لها خواص C , U , G , K وتستخدم في حماية الأحمال التي لها تيار بدء كبير مثل المحركات .

والشكل (٧-١١) يبين طريقة عرض المعلومات الفنية على قاطع دائرة مصغر من إنتاج شركة Siemens الألمانية .

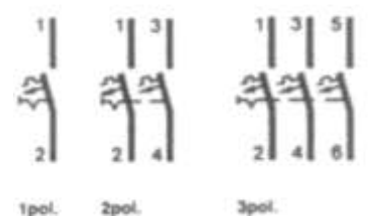


الشكل (٧-١١)

حيث أن :

تيار عدم الفصل للقاطع	Nr22
خواص الزمن والتيار	L
التيار المقنن للقاطع (A)	16
جهد التشغيل	220/380 V~
سعة القطع بالأمبير (أقصى تيار لا يحدث تلف للقاطع)	6000
قسم تحديد التيار قبل الوصول إلى قيمته العظمى عند القصر	3

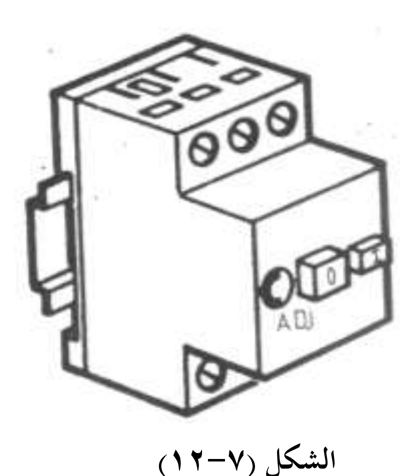
وفيما يلي رموز قواطع الدائرة المصغرة قطب واحد 1 Poleوقطبين 2 Pole وثلاثة أقطاب 3 Pole.



٧ -٥ قواطع المحركات الصغيرة Motor MCB´s

تنتمي قواطع المحركات الصغيرة لعائلة القواطع الصغيرة وتتميز هذه القواطع بأنها تكون مزودة بوسيلة لمعايرة تيار التشغيل بالإضافة إلى وسيلة للوصل والفصل اليدوي كما أنها تكون مزودة بإمكانية إضافة ريش إضافية لها .

والشكل (٧-١٢) يعرض صورة لقاطع دائرة صغير وتزود هذه القواطع بمفتاحين انضغاطين أحدهما أحمر O والآخر أسود I ولوضع القاطع على الوضع ON يتم الضغط على المفتاح الأسود للداخل وعند حدوث



الشكل (٧-١٢)

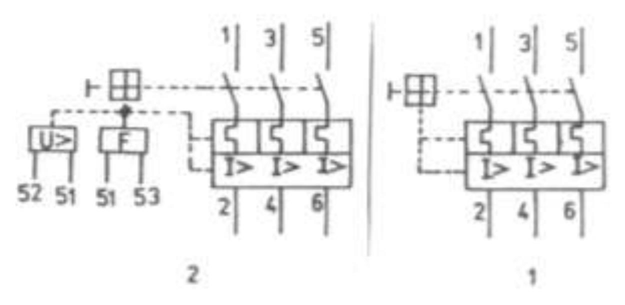
خطأ يؤدى لفصل القاطع (قصر–زيادة حمل على المحرك) فان المفتاح الأسود سيخرج للخارج ولاعادة تشغيل القاطع يجب الانتظار لحين يبرد العنصر الحراري للقاطع ثم إعادة الضغط على المفتاح الأسود للداخل .

أما إذا لزم الأمر فصل القاطع ووضعه على الوضع OFF يدويا يتم الضغط على المفتاح الأحمر للداخل وتزود هذه القواطع بقرص مدرج .Adj لضبط تيار التشغيل Ir على قيمته والتي تساوى In (0.6: 1) حيث أن In هو التيار المقنن للقاطع .

علما بان هذه القواطع تفصل لحظيا عند حدوث قصر بالدائرة وزيادة تيار التشغيل إلى (10 : 12) مرة من التيار المقنن .

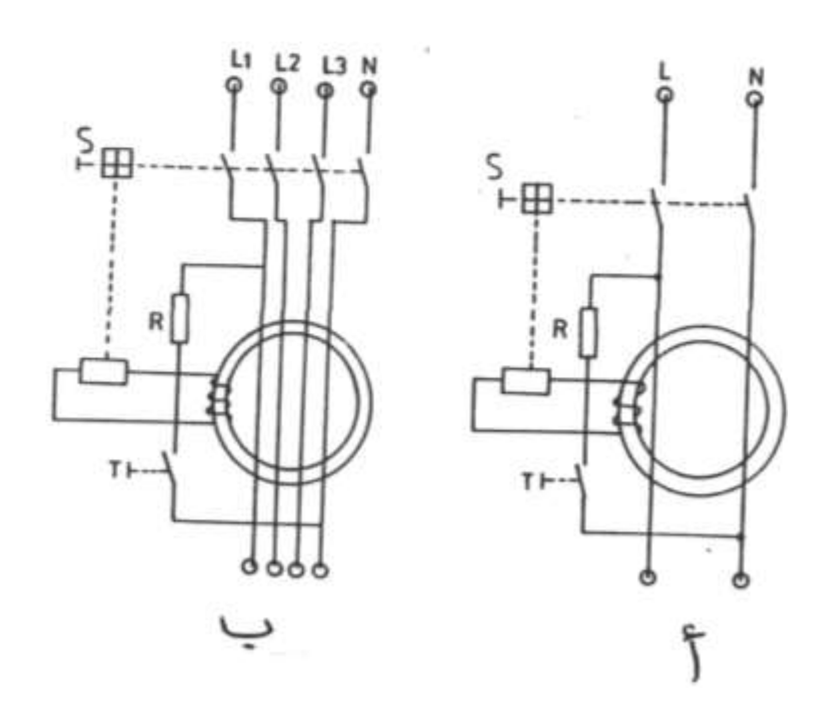
وتفصل بعد تأخير زمني يتناسب عكسيا مع التيار عند حدوث زيادة حمل فكلما ازداد التيار قل زمن الفصل والعكس صحيح .

وفيما يلي رمز قواطع المحركات الصغيرة 1 ورمز قواطع المحركات الصغيرة مضاف إليه مود يول توازى F (shunt) يفصل القاطع عند وصول التيار لملفه (51-53) ومود يول فصل عند انخفاض الجهد U< حيث يوصل الأطراف (51-52) بالمصدر الكهربي وعند انخفاض الجهد يقوم هذا الموديول بفصل القاطع .



٧-٦ قواطع التسرب الأرضي ELCB´s

تستخدم هذه القواطع لفصل الدائرة الكهربية عن التيار الكهربي بمجرد حدوث أي تسرب للتيار إلى الأرضي PE علما بان تيار التسرب الأرضي قد يكون نتيجة ملامسة الإنسان لأحد الخطوط الحية وحيث أن هذا التيار صغير ولا يكفي لفصل قواطع الحماية من زيادة التيار أو المصهرات الكهربية الأمر الذى يستلزم هذا النوع من القواطع لحماية الإنسان من الصدمة الكهربية .



الشكل (٧-١٣)

والشكل (٧- ١٣) يبين الدائرة الداخلية لقاطع تسرب أرضى بقطبين (الشكل أ) وبأربعة أقطاب (الشكل ب) .

نظرية عمل القاطع :-

فقاطع التسرب الأرضي ذو القطبين يتكون من ريشتين متصلتين بموصلين يمران داخل محول تيار صفري ويوصل محول التيار بريلاى الفصل الذى يتحكم في فتح ريش القاطع عند حدوث تسرب أرضى ويوصل الموصل N مع الموصل L عبر مقاومة R وكذلك ضاغط اختبار T .

فعند الوضع الطبيعي يتم الضغط على ضاغط تشغيل آله الوصل للقاطع S فتغلق ريش القاطع وفي الوضع الطبيعي فان التيار المار في الخط الحي للحمل يساوى التيار الراجع في خط التعادل N من الحمل وبالتالي فان تيار التسرب I_Δ يساوى :

$$I_\Delta = I_L - I_N = 0$$

وعند حدوث تسرب لبعض التيار الراجع إلى الأرضي المنشأة فان $I_L > I_N$ وبالتالي يصبح $I_\Delta > 0$ وعندما يكون I_Δ أكبر من أو يساوى تيار التسرب المقنن للقاطع $I_{\Delta N}$ تتولد قوة دافعة كهربية على أطراف المحول الصغرى فيحدث فصل لآله الوصل للقاطع S ويفصل قاطع التسرب

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

. ويمكن اختيار قاطع التسرب بالضغط على الضاغط T فيصبح $I_{\Delta} = I_L$ ويفصل القاطع ويجب اختبار القاطع مرة كل شهر على الأقل .

أما قاطع التسرب الأرضي ذو الأربعة أقطاب فهو لا يختلف في تركيبه عن قاطع التسرب الأرضي ذو القطبين إلا في عدد الأقطاب وفي حالة الأحمال الثلاثية الأوجه فان :-

$$I_{\Delta} = I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} + I_N = 0$$

وعند حدوث تسرب فان $I_{\Delta} > 0$ ويفصل القاطع .

والشكل (١- ١٤) يعرض نموذج لقاطع تسرب أرضى أربعة أقطاب مثبت على قضيب أوميجا

حيث أن :-

ضاغط اختبار القاطع 1

مفتاح التشغيل بالانضغاط 2

ضاغط تحرير القاطع 3

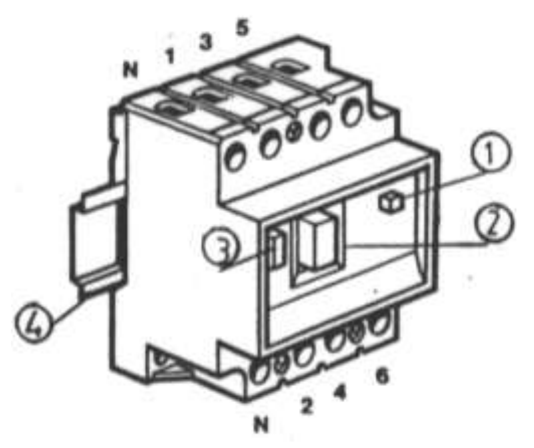
قضيب أوميجا

٧-٧ قواطع الجهد المنخفض LVCB 's

تستخدم قواطع الجهد المنخفض في حماية الدوائر الكهربية ذات القدرات العالية ويمكن تقسيمها إلى:

١ - قواطع دائرة مقولبة Moulded Case CB's

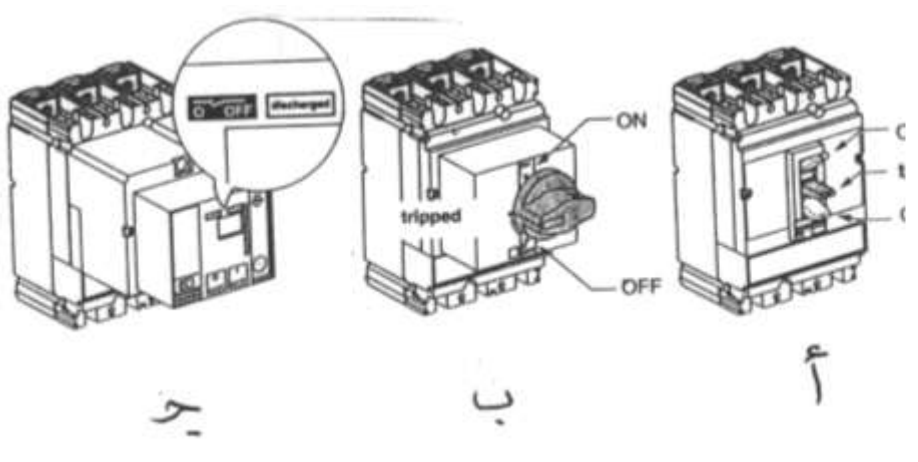
٢-قواطع دائرة مفتوحة Open type CB's



الشكل (٧-١٤)

وسنتناول في هذه الفقرة القواطع المقولبة لما لها من انتشار كبير في أجهزة التبريد التجارية وأجهزة التكييف المركزية وهذه القواطع تكون متكاملة ومغلفة بغلاف بلاستيكي وعادة فان هذه القواطع غير قابلة للفك ولا يمكن صيانتها ولا تستبدل ريش تلامسها عند التلف بل تستبدل كليا وسعة قطعها تصل إلى 170 KA وتصل التيارات المقننة لها إلى 4000 A .

والشكل (٧-١٥) يعرض ثلاثة أنواع مختلفة من القواطع المقولبة المصنعة بشركة Merlin Gerin الفرنسية .



الشكل (٧-١٥)

فالشكل (أ) لقاطع بذراع تشغيل قلاب Toggle والشكل (ب) لقاطع بذراع تشغيل دوارة Rotary والشكل (ج) لقاطع يعمل بمحرك .

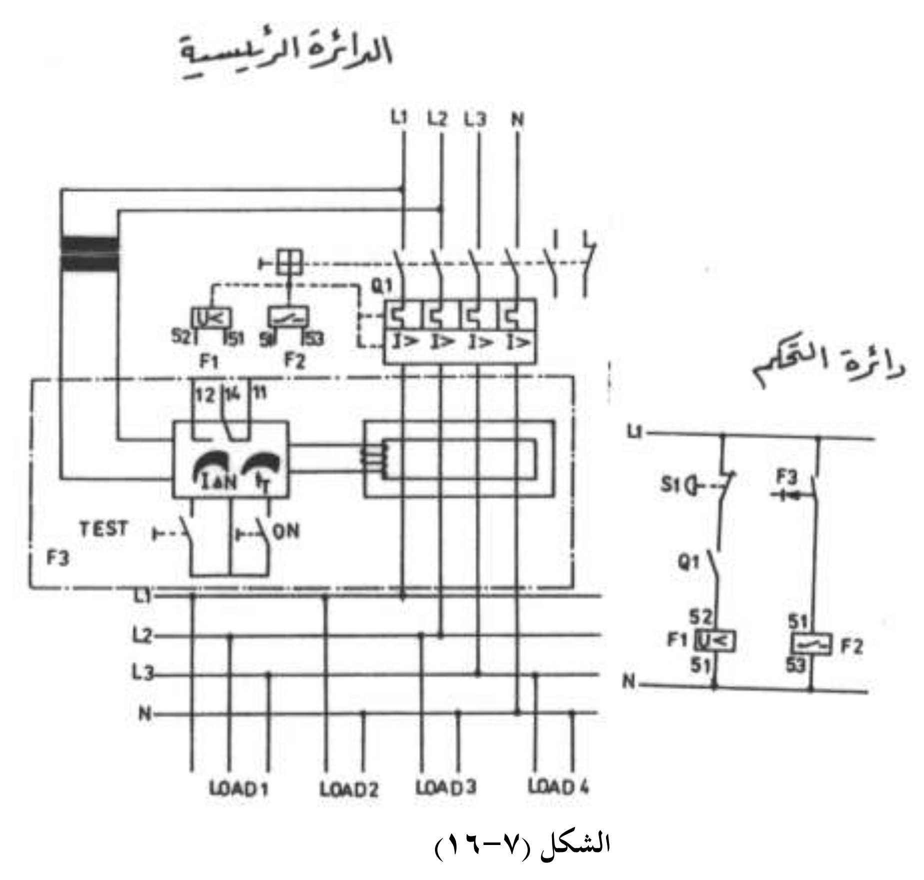
والشكل (٧-١٦) يبين دائرة القدرة والتحكم لتغذية عدة أحمال ثلاثية وأحادية الوجه باستخدام قاطع مقلوب أربعة أقطاب Q1 لحماية الدائرة من القصر وزيادة الحمل وهذا القاطع مزود بوحدة فصل عند انخفاض الجهد F1 (موديول فصل عند انخفاض الجهد) ووحدة فصل توازى F2 (موديول فصل توازى) وريلاي تسرب أرضى F3 .

فعند غلق القاطع بالوسيلة اليدوية المعدة لذلك تغلق الريش المفتوحة للقاطع والموصلة مع الأحمال وكذلك تغلق الريشة المفتوحة Q1 الموصلة مع F1 في حين تظل ريش ريلاى التسرب الأرضي F3 كما هي في وضعها الطبيعي .

وعند حدوث تسرب أرضى تغلق ريشة ريلاى التسرب الأرضيF3 الموصلة بالتوالي مع F2 فيحدث فصل ذاتي للقاطع Q1.

وعند انخفاض جهد المصدر بين L1-N أو عند الضغط على ضاغط إيقاف الطوارئS1يقوم الموديول F1 بإحداث فصل ذاتي للقاطع Q1 .

والجدير بالذكر أن ريلاى التسرب الأرضي F3 يكون مزود بوسيلة لمعايرة تيار التسرب المطلوب $I_{\Delta N}$ وزمن الفصل t_T.



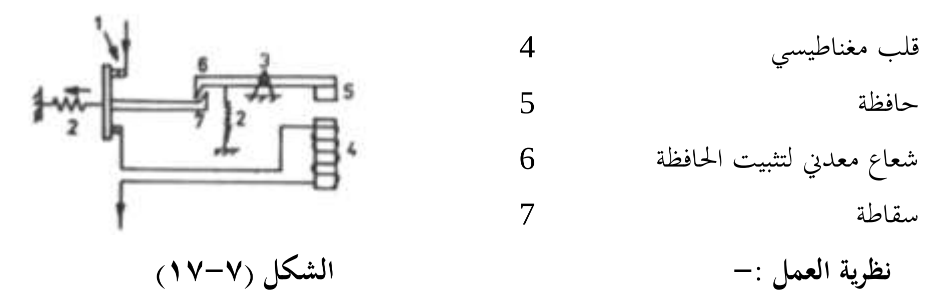
الشكل (٧-١٦)

والجدير بالذكر أن قواطع الدائرة المقولبة تحتوى بداخلها على عنصر حماية حراري لا يختلف عن المتمم الحراري وكذلك على عنصر حماية مغناطيسي .

والشكل (٧-١٧) يبين نظرية عمل عنصر الحماية المغناطيسي .

حيث أن :-

نقاط تلامس مغلقة	1
ياي	2
مفصل	3



الشكل (٧-١٧)

4 قلب مغناطيسي
5 حافظة
6 شعاع معدني لتثبيت الحافظة
7 سقاطة

نظرية العمل :-

عند حدوث قصر بالدائرة الكهربية يزداد تيار التشغيل ليصل إلى عدة مرات من تيار التشغيل العادي فيتكون في القلب المغناطيسي 4 مجال مغناطيسي قوى قادر على جذب الحافظة 5 لاسفل ضد قوة جذب الياي 2 فتتحرر السقاطة 7 ويقوم الياي 2 بجذب الريشة المتحركة لريشة التلامس 1 وتفتح ريش القاطع وبمجرد انقطاع التيار 1 عن القلب المغناطيسي 4 تعود الحافظة 5 لوضعها الطبيعي ويمكن إعادة القاطع لوضعه الطبيعي بواسطة الضغط على ضاغط تحريره .

والجدير بالذكر أن زمن فصل العنصر المغناطيسي عند حدوث قصر بالدائرة يكون صغير جدا ، علما بأن كلا من قواطع الدائرة المصغرة وقواطع حماية المحركات يحتوى على عنصر وقاية حراري وآخر مغناطيسي .

٧-٨ متمم زيادة درجة الحرارة Over Temperature Relay

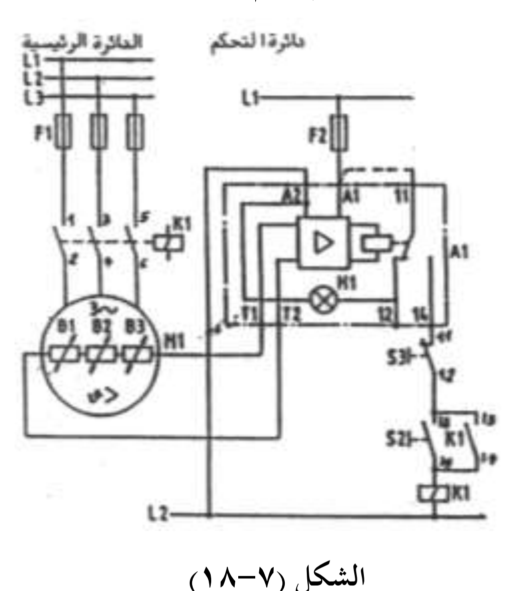
تستخدم متممات زيادة درجة الحرارة في حماية المحركات من ارتفاع درجة حرارتها حيث تقوم بفصل التيار الكهربي عن المحرك عند ارتفاع درجة حرارته وهناك عدة أسباب لارتفاع درجة حرارة المحرك مثل :

١- سوء تهوية المحرك لانسداد فتحات التهوية .
٢- تعطل نظام التبريد للمحرك لانقطاع سير المروحة أو زرجنة كرس المحور .
٣- انخفاض تردد المصدر .
٤- زيادة الحمل على المحرك .
٥- زيادة دورة التشغيل Duty Cycle وهى النسبة بين زمن التشغيل إلى مجموع زمن التشغيل وزمن الفصل .

وحتى تستطيع هذه المتممات من أداء وظيفتها يوصل معها مقاومات حرارية لها معامل حراري موجب PTC تدفن في ملفات المحرك وتوصل هذه المقاومات معا على التوالي وعند ارتفاع درجة حرارة المحرك تزداد مقاومة هذه المقاومات .

وتتواجد هذه المتممات الحرارية في صور مختلفة منها ما يحدث له تحرر ذاتي عندما تنخفض درجة حرارة المحرك ومنها ما له ذاكرة ولن يتحرر تلقائيا بل يتحرر بعد انخفاض درجة حرارة المحرك والضغط على زر التحرير للمتمم . وبعد ذلك يمكن إعادة تشغيل المحرك مرة أخرى .

والشكل (٧-١٨) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل محرك استنتاجي ثلاثي الأوجه مزود بحماية ضد ارتفاع درجة حرارته باستخدام متمم زيادة درجة الحرارة A1 .



الشكل (٧-١٨)

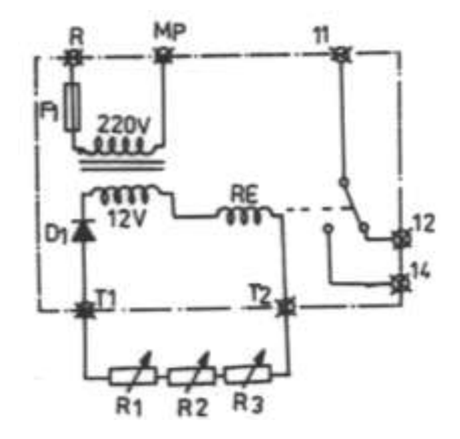
نظرية التشغيل :-

بمجرد وصول التيار الكهربي يتغير وضع الريشة القلاب A1/11-12-14 فتغلق الريشة A1/11-14 وتفتح الريشة A1/11-12 وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور K1 فيغلق أقطابه ويدور المحرك وفي نفس الوقت يحدث إمساك ذاتي لمسار التيار بواسطة الريشة K1/13-14 ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S3 .

أما إذا ارتفعت درجة حرارة المحرك أثناء تشغيله تعود الريشة القلاب A1/11-12-14 لوضعها الطبيعي فيتوقف المحرك في الحال . وعند الضغط على الضاغط S2 بعد انخفاض درجة حرارة المحرك وعودتها لوضعها الطبيعي يدور المحرك في الحال لأن الريشة القلاب A1/11-12-14 تعود لوضعها الطبيعي مرة أخرى أي تغلق الريشة A1/11-12-14 من جديد .

والشكل (٧-١٩) يبين التركيب الداخلي لمتمم درجة الحرارة فعند توصيل التيار الكهربي يعمل الريلاى RE على عكس حالة ريشته فتغلق الريشة (11-14) وعند ارتفاع درجة حرارة المحرك تزداد

قيم المقاومات R1,R2,R3 فيقل الجهد المسلط على الريلاى RE وتعود ريشة الريلاى لوضعها الطبيعي علما بان الريلاى REيعمل بجهد مستمر 12V لذلك استخدم الموحد D1 . ويعمل المحول TR على خفض جهد المصدر المتردد من 220V إلى 12V ويعمل المصهر F على حماية المتمم .



الشكل (٧-١٩)

٧-٩ متمم حماية المحركات الإلكتروني

Electronic Motor Protection Relay

إن متمم حماية المحركات الإلكترونية هو جهاز متكامل يوفر الحمايات التالية للمحركات :

١- حماية ضد زيادة الحمل .

٢- حماية ضد القصر .

٣- حماية ضد فقدان أحد الأوجه .

٤- حماية ضد عدم اتزان الأوجه الثلاثة .

٥- حماية ضد ارتفاع درجة حرارة المحركات .

٦- حماية ضد انعكاس تتابع الوجه .

ويزود هذا المتمم بنقاط لمعايرة كلا من :-

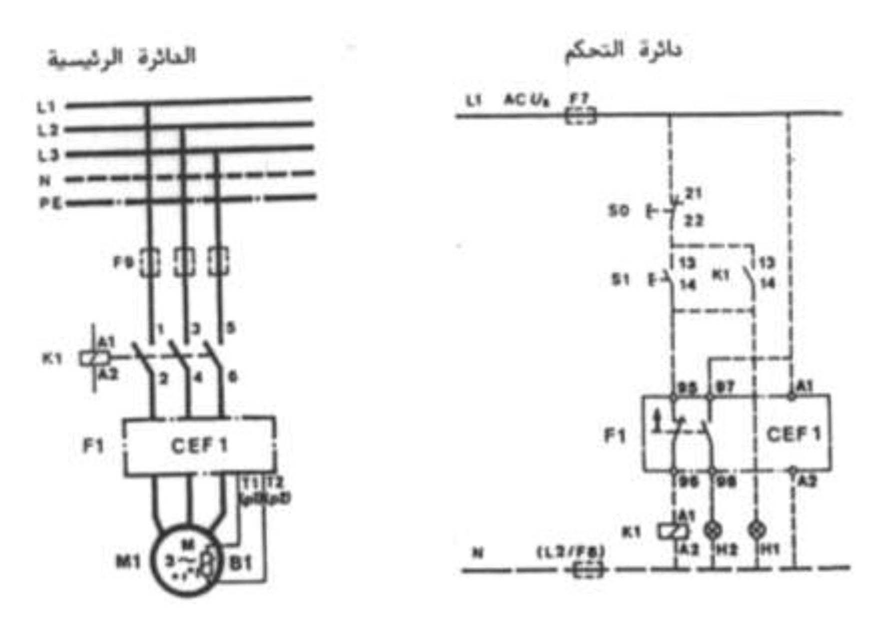
١- تيار الفصل عند زيادة الحمل .

٢- زمن الفصل المغناطيسي عند القصر ووصول التيار إلي ست مرات من تيار التشغيل المعتاد .

٣- زمن التحرير ويساوى الزمن اللازم لتبريد المحرك حتى يعاد للخدمة مرة أخرى .

والشكل (٧-٢٠) يبين الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لحماية المحركM1بواسطة متمم حماية المحركات الإلكتروني F1 وهو من إنتاج شركة Sprecher + Schuh

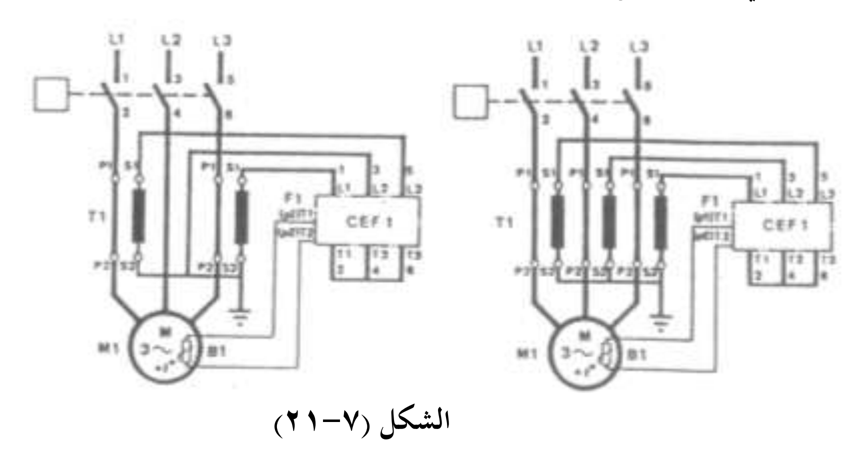
حيث أن T1,T2 توصل بمجسات درجة الحرارة B1 ، والنقطة 98 توصل بلمبة بيان الخطأ أما H1 فهي لمبة بيان التشغيل وتعتمد نظرية عمل متمم حماية المحركات الإلكتروني في الحماية ضد ارتفاع



درجة الحرارة على حساب درجة حرارة المحرك من التيار المحسوب وكذلك على قياس درجة الحرارة الفعلية بواسطة مجسات درجة الحرارة المدفونة في ملفات المحرك B1 .

الشكل (٧-٢٠)

أما بالنسبة للمحركات الكبيرة التي تيار تشغيلها كبير فتستخدم محولات تيار T1 توصل بالمتمم الإلكتروني كما بالشكل (٧-٢١) .



الشكل (٧-٢١)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الثامن

الكابلات Wiring Cables

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الكابلات Wiring Cables

٨-١ المكونات الداخلية لكابلات الجهد المنخفض

يمكن تقسيم الكابلات بصفة عامة إلى :-

١- كابلات أحادية القلب وتسمى موصلات Conductors .

٢- كابلات متعددة القلوب Multi Core Cables .

وتتكون كابلات الجهود المنخفضة التي تعمل عند جهد أقل من 1KV مما يلي :-

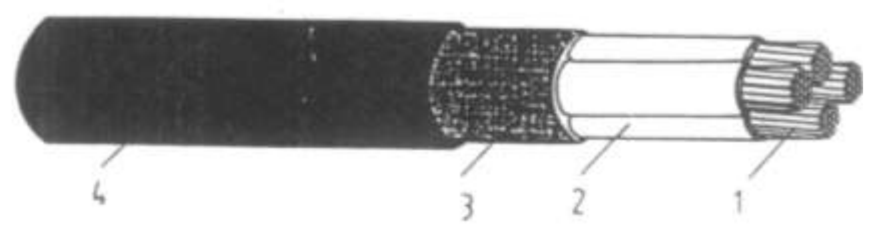
أ- قلب معدني Core وهو المسئول عن حمل التيار الكهربي ويكون مصمت Solid أو شعيرات مجدولة Stranded ويصنع من النحاس أو الألومنيوم لموصلتهما العالية للتيار الكهربي .

ب- العازل Insulation ويقوم بعزل القلب المعدني عن الوسط المحيط بالكابل ويكون أحد العوازل التالية :-

- البولي فينيل كلورايد PVC ويتميز هذا العازل بأنه لا يتأثر بالزيوت المعدنية والقلويات والأحماض وغير قابل للاشتعال .
- المطاط Rubber ويضاف عليه بعض الإضافات لتحسين خواصه مثل مطاط الايثيلين بروبلين EPR .
- البولي ايثيلين التشابكى XLPE وله خواص كهربية عالية ولكنه مرتفع الثمن .

ج- الفرشة وتقوم بإعطاء الكابل الشكل المستدير وتصنع من مواد عازلة مثل PVC أو EPR .

د- طبقة الحماية وتستخدم هذه الطبقة لحماية عوازل الكابلات من عوامل البيئة المحيطة بالكابل وتصنع من عوازل PVC .



الشكل (٨-١)

والشكل (٨- ١) يعرض نموذج لكابل بأربعة قلوب مجدولة وبعزل وبطبقة حماية خارجية وبفرشة مصنوعة من PVC .

حيث أن :-

قلب من النحاس المجدول	1	الفرشة مع الحشو	5
عزل PVC	2	طبقة الحماية من PVC	4

٨-٢ اختيار مساحة مقطع الموصلات تبعا لتيار المحرك

الجدول (٨-١) يستخدم لتعيين تيار الخط للمحركات الاستنتاجية الأحادية الوجه والثلاثية الوجه بمعلومية القدرة وجهد التشغيل .

مثال ١ :-محرك ثلاثي الوجه قدرته 5.5 kW ويعمل عند جهد تشغيل 380 V فان تيار التشغيل للمحرك يساوى (11.5 A) .

مثال ٢ :-

محرك أحادى الوجه قدرته 1.8 kW ويعمل عند جهد تشغيل 220 V فان تيار التشغيل للمحرك يساوى (15.7 A) .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (٨–١)

محركات استنتاجية احادية الوجه				محركات استنتاجية ثلاثية الاوجـــه					
kW	hp	220 V A	240 V A	kW	hp	220-240 V A	380 V A	415 V A	440 V A
0,37	*0.5*	3.9	3.6	0,37	*0.5*	1.8	1,03	—	0.99
0,55	*0.75*	5.2	4.8	0.55	*0.75*	2,75	1.6	—	1,36
0,75	*1*	6.6	6.1	0,75	*1*	3.5	2	2	1,68
1,1	*1.5*	9.6	8.8	1,1	*1,5*	4.4	2.6	2.5	2.37
1,5	*2*	12,7	11,7	1,5	*2*	6,1	3.5	3.5	3,06
1,8	*2.5*	15.7	14.4	2,2	*3*	8.7	5	5	4.42
2,2	*3*	18.6	17,1	3	*4*	11,5	6.6	6.5	5,77
3	*4*	24.3	22.2	3,7	*5*	13,5	7.7	7.5	7,1
4	*5*	29.6	27,1	4	*5.5*	14.5	8.5	8.4	7.9
4,4	*6*	34,7	31,8	5,5	*7.5*	20	11,5	11	10,4
5.2	*7*	39.8	36.5	7,5	*10*	27	15.5	14	13.7
5,5	*7.5*	42.2	38.7	9	*12*	32	18.5	17	16.9
6	*8*	44.5	40.8	10	*13,5*	35	20	—	—
7	*9*	49.5	45.4	11	*15*	39	22	21	20,1
7,5	*10*	54,4	50	15	*20*	52	30	28	26,5
				18,5	*25*	64	37	35	32,8
				22	*30*	75	44	40	39
				25	*35*	85	52	47	45.3
				30	*40*	103	60	55	51,5
				33	*45*	113	68	60	58
				37	*50*	126	72	66	64
				40	*54*	134	79	71	67
				45	*60*	150	85	80	76
				51	*70*	170	98	90	83
				55	*75*	182	105	100	90
				59	*80*	195	112	105	97
				63	*85*	203	117	115	109
				75	*100*	240	138	135	125
				80	*110*	260	147	138	131
				90	*125*	295	170	165	146
				100	*136*	325	188	182	162
				110	*150*	356	205	200	178
				129	*175*	420	242	230	209
				132	*180*	425	245	240	215
				140	*190*	450	260	250	227
				147	*200*	472	273	260	236
				150	*205*	483	280	270	248
				160	*220*	520	300	280	256
				180	*245*	578	333	320	289
				185	*250*	595	342	325	295
				200	*270*	626	370	340	321
				220	*300*	700	408	385	353
				250	*340*	800	460	425	401
				257	*350*	826	475	450	412
				280	*380*	900	510	475	450

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٨-٣ اختيار مساحة المقطع تبعا لطريقة التمديد وتيار الحمل

الجدول (٨-٢) يستخدم لتعيين مساحة مقطع الموصلات والكابلات تبعا لتيار الحمل وطريقة التحديد عند درجة حرارة محيطة $30\ ^0C$.

الجدول (٨-٢)

مساحة المقطع	مجموعة 1		مجموعة 2		مجموعة 3	
mm²	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A
0,75	-	-	6	-	10	-
1	6	-	10	-	10	-
1,5	10	-	10	-	20	-
2,5	16	10	20	16	25	20
4	20	16	25	20	35	25
6	25	20	35	25	50	35
10	35	25	50	35	63	50
16	50	35	63	50	80	63
25	63	50	80	63	100	80
35	80	63	100	80	125	100
50	100	80	125	100	160	125
70	125	-	160	125	200	160
95	160	-	200	160	250	200
120	200	-	250	200	315	200
150	-	-	250	200	315	250
185	-	-	315	250	400	315
240	-	-	400	315	400	315
300	-	-	400	315	500	400
400	-	-	-	-	630	500
500	-	-	-	-	630	500

حيث ان :-

المجموعة 1 كابل أو عدة كابلات ممدة داخل قناة

المجموعة 2 كابل متعدد القلوب مثل كابلات PVC

المجموعة 3 كابلات موضوعة فى الهواء بعزل XLPE بحيث ان المسافة بين أى كابلين متجاورين لا يقل عن نصف قطر احداهم

AL ألومنيوم

CU نحاس

ويجب بعد اختيار مساحة المقطع ان نتحقق من ان انخفاض الجهد $V_d\%$ عند استخدام هذه المساحة أقل من 2.5 % ويستخدم فى ذلك القوانين التالية :

أولا فى حالة وحدات التبريد والتكييف العاملة بوجه واحد

$$V_d\% = \frac{2.85 I \times L}{A \times V}$$

ثانيا فى حالة وحدات التبريد والتكييف العاملة بثلاثة أوجه

$$V_d\% = \frac{1.42 I \times L}{A \times V}$$

حيث ان :-

طول الكابل بالمتر من لوحة التوزيع الى الحمل L

جهد الوجه V

النسبة المئوية لانخفاض الوجه $V_d\ \%$

مثال ١ :-

وحدة تبريد مزودة بضاغط قدرته 5.5 kW ثلاثى الوجه وكان جهد الخط 220 V فاذا كانت المسافة بين وحدة التبريد ولوحة الكهرباء 20 m اختار مساحة مقطع مناسبة للكابلات .

الاجابة :

من الجدول (١-٢٠) فان تيار الخط للمحرك يساوى 20 A

ومن الجدول (١-٢١) فان مساحة المقطع المناسبة (المجموعة الثانية) تساوى $2.5\ mm^2$

ويمكن التحقق من ان هذه المساحة مناسبة كما يلى :-

$$V = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127v$$

$$V_d\% = \frac{1.42 I \times L}{A \times V}$$

$$= \frac{1.42 \times 20 \times 20}{2.5 \times 127} = 1.78\%$$

وحيث ان النسبة المئوية لفقد الجهد أقل من% 2.5 لذلك فان هذه المساحة مناسبة

مثال 2 :-

كرر المثال 1 ولكن اذا كانت المسافة بين لوحة التبريد ولوحة الكهرباء 40 m

الاجابة :-

$$V_d = \frac{1.42 \times 20 \times 40}{2.5 \times 127} = 3.57\%$$

وحيث ان النسبة المئوية لفقد الجهد أكبر من % 2.5 لذلك تأخذ مساحة المقطع التالية لها من الجدول وهى $4\ mm^2$ وتكرر حساب النسبة المئوية لفقد الجهد

$$V_d = \frac{1.42 \times 20 \times 40}{4.0 \times 127} = 2.20\%$$

وحيث ان النسبة المئوية لفقد الجهد أقل من % 2.5 لذلك فان هذه المساحة مناسبة .

الباب التاسع
التحكم فى المحركات الكهربية

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

التحكم فى المحركات الكهربية

٩-١ المخططات الكهربية

تتكون المخططات الكهربية لنظم التحكم من :

١- دوائر التحكم **٢- الدوائر الرئيسية**

٩-١-١ دوائر التحكم Control Circuits

هذه الدائرة توضح مسار التيار لملفات التشغيل للكونتاكتورات والريليهات الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية ولمبات البيان والأبواق الكهربية والساعات (مؤقتات اذابة الصقيع) والصمامات الكهربية والمحركات الكهربية الأحادية الوجه الصغيرة وعادة يكون جهد دوائر التحكم مساويا لجهد الوجه أو جهد الخط للدائرة الرئيسية أو جهد آخر صغير ويمكن الحصول عليه باستخدام محول وفيما يلى الجهود القياسية لدوائر التحكم المترددة

(24 , 48 , 110 , 127 , 220 V)

أما الجهود المستمرة فتكون عادة (48 V أو 24) وعادة ترسم ريش التحكم لأجهزة التحكم المستخدمة مثل الكونتاكتورات والريليهات والمؤقتات الزمنية والضواغط الكهربية والمفاتيح ..الخ فى وضعها الطبيعى فالمفتوحة طبيعيا NO ترسم مفتوحة والمغلقة طبيعيا NC ترسم مغلقة الا فى حالات قليلة جدا حيث يوضع سهم يشير لأعلى بجوار أى عنصر من عناصر دائرة التحكم ليدل على انه تحت تأثير مؤشر خارجى فاذا رسم هذا السهم بجوار ضاغط دل على ان الضاغط واقع تحت تأثير ضغط يدوى وبالتالى تكون حالة ريش الضاغط معكوسة وهكذا .

وتستخدم المصهرات أو قواطع الدائرة الاتوماتيكية لحماية دوائر التحكم من القصر ، وعندما يزداد حجم دائرة التحكم كأن يصبح عدد الملفات فى دائرة التحكم أكبر من خمس ملفات تصبح المصهرات وقواطع الدائرة غير كافية لحماية دائرة التحكم وفى هذه الحالة ينصح باستخدام محول تحكم بالاضافة الى وسائل الحماية السابقة وذلك لتقليل تيار القصر عند حدوثه نتيجة للمقاومة الداخلية الكبيرة للمحول علما بان محول التحكم لا يختلف عن المحول العادى ذى الملفين المنفصلين الا فى سعته المنخفضة ، وتجدر الاشارة الى انه يجب ان تتساوى جهود تشغيل ملفات الكونتاكتورات والمؤقتات الزمنية والساعات والأبواق ولمبات الاشارة والصمامات الكهربية ..الخ المستخدمة فى دائرة التحكم مع جهد المصدر الكهربى لدائرة التحكم .

٩-١-٢ الدوائر الرئيسية

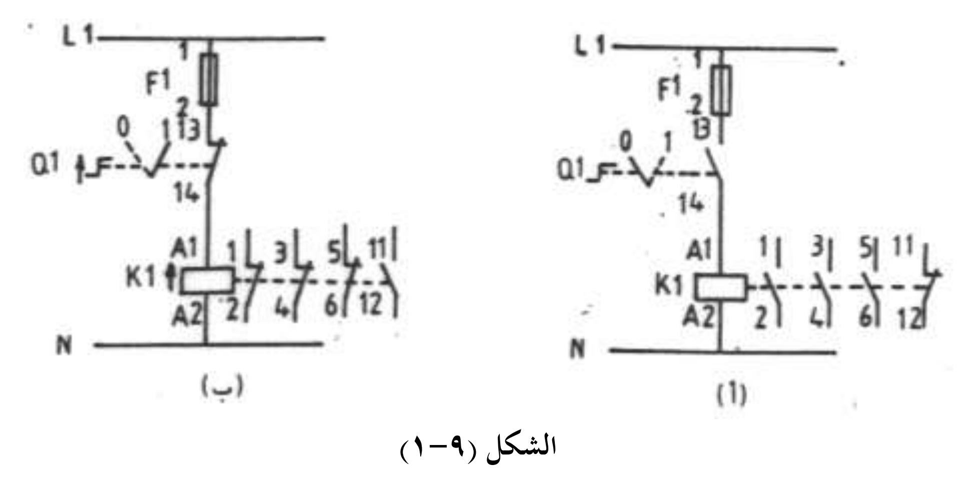
وهذه الدوائر تبين مسار التيار الكهربي للأحمال الكهربية مثل المحركات والسخانات ويظهر في هذه الدوائر الاقطاب الرئيسية للكونتاكتورات والقواطع الأتوماتيكية وقواطع محركات ومتممات زيادة الأحمال الحرارية في وضعها الطبيعي وعادة تستخدم المصهرات أو القواطع الدائرة المصغرة أو المقولبة لحماية هذه الدوائر من الالقصر وتستخدم متممات زيادة الحمل الحرارية لحماية المحركات من زيادة الحمل في حين تستخدم قواطع المحركات لحماية المحركات من زيادة الحمل ومن القصر ترسم القواطع عادة في وضع OFF وتكون جميع أقطابها مفتوحة .

٩-٢ نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى الكهرومغناطيسى

يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى بمفتاح له وضعا تشغيل أو لضاغط تشغيل يدوى ولكل طريقة تشغيل خصائص مميزة لها ستتضح فى الفقرات التالية علما بان التركيب الداخلى للكونتاكتور أو الريلاى الكهرومغناطيسى مبين بالشكل (٦-٦١) .

٩-٢-١ التشغيل والفصل بمفتاح له وضعين تشغيل

الشكل (٩-١) يعرض دائرة تحكم تحتوى على ملف الكونتاكتور K1 ومفتاح التشغيل Q1 ومصهر الحماية F1 .



الشكل (٩-١)

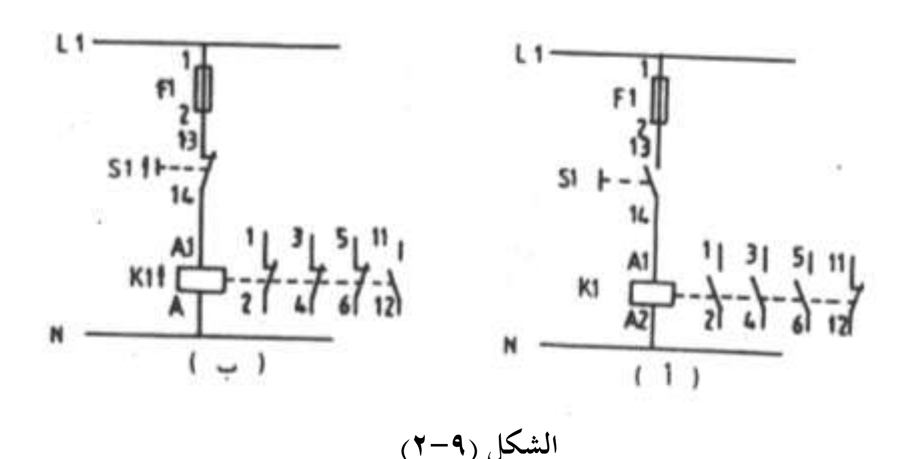
فالشكل (أ) يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة عندما يكون وضع المفتاح اليدوى Q1 على وضع O (OFF) بينما الشكل (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون المفتاح Q1 على وضع 1(ON) وفى هذا الوضع فان ريشة المفتاح Q1 ستصبح مغلقة وبالتالى يكتمل مسار تيار ملف

الكونتاكتور K1 فيتمغنط وينجذب الشق المتحرك للقلب المغناطيسى تجاه الشق الثابت فيتغير وضع ريش التلامس للكونتاكتور ويقال ان الكونتاكتور فى حالة تشغيل وتصبح الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور مغلقة بدلا من كونها مفتوحة ويتغير وضع ريش التحكم للكونتاكتور فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيا مغلقة والعكس بالعكس .

علما بان الكونتاكتور K1 يظل على هذه الحالة الى ان يتم اعادة المفتاح Q1 الى وضع O فينقطع مسار تيار ملف الكونتاكتور K1 وتعود ريش التلامس الرئيسية (الأقطاب) والتحكم للكونتاكتور K1 لوضعها الطبيعي ويقال ان الكونتاكتور فى حالة فصل .

٩-٢-٢ التشغيل والفصل بضاغط يدوى

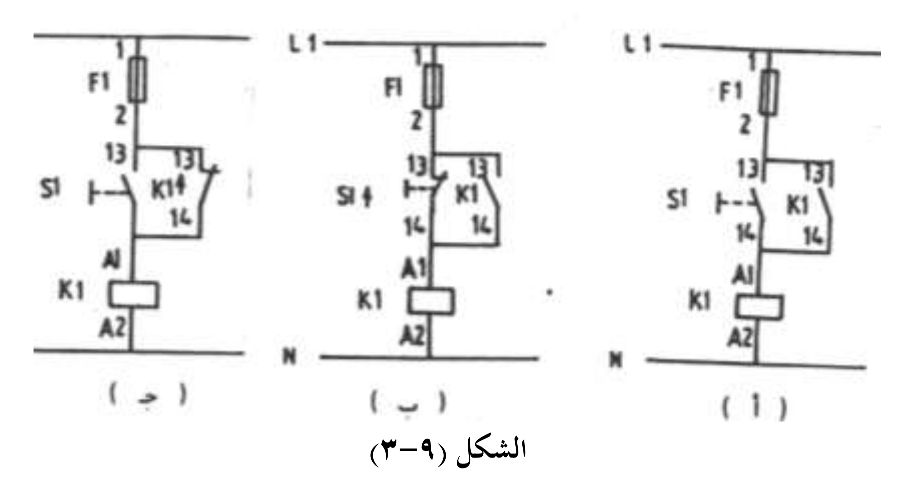
الشكل (٩-٢) يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتورK باستخدام الضاغط اليدوى S1



الشكل (٩-٢)

فالشكل (أ) يبين دائرة التحكم فى الحالة المعتادة أما الشكل ب فيبين دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S1 تحت تأثير ضغط يدوى والفرق بينهما يشبه تماما الفرق بين الشكلين (٩-١ أ ، ب) ولكن هناك ملاحظة وهى انه للمحافظة على استمرارية تشغيل الكونتاكتور K1 عند استخدام ضاغط يدوى يلزم استمرارية الضغط على الضاغط S1 وهذا بالطبع يمثل مشكلة فى الحياة العملية وحتى يمكن التغلب على هذه المشكلة استخدمت ريشة تحكم من الكونتاكتور K1 حيث يتم توصيل هذه الريشة بالتوازى مع الضاغط S1 كما بالشكل (٩-٣) ففى الشكل (أ) دائرة تحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 بضاغط تشغيل S1 بريشة ابقاء ذاتى فى الحالة المعتادة وفى الشكل (ب) دائرة التحكم أثناء الضغط على الضاغط S1 وفى الشكل (ج) دائرة التحكم بعد تحرير الضاغط اليدوى S1 ويتضح من ذلك ان ريشة التحكم للكونتاكتور K1 عملت على احداث

ابقاء ذاتى لمرور التيار الكهربى فى ملف K1 بعد ازالة الضغط عن الضاغط S1 ولكن بهذه الطريقة ظهرت مشكلة وهو عدم امكانية فصل الكونتاكتور .



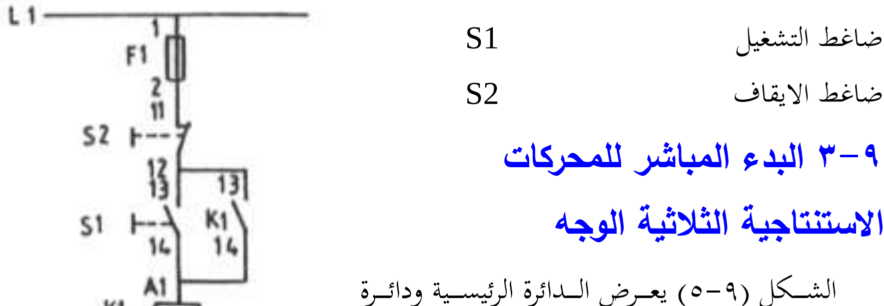
الشكل (٩-٣)

وللتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للايقاف كما هو موضح بالشكل (٩-٤)

حيث ان :-

ضاغط التشغيل S1

ضاغط الايقاف S2



الشكل (٩-٤)

٩-٣ البدء المباشر للمحركات الاستنتاجية الثلاثية الوجه

الشكل (٩-٥) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل وايقاف محرك استنتاجى ذو قفص سنجابى ثلاثى الأوجه مستخدما الرموز العالمية الحديثة علما بان ملفات المحرك موصلة نجما كما هو مبين فى الشكل نفسه .

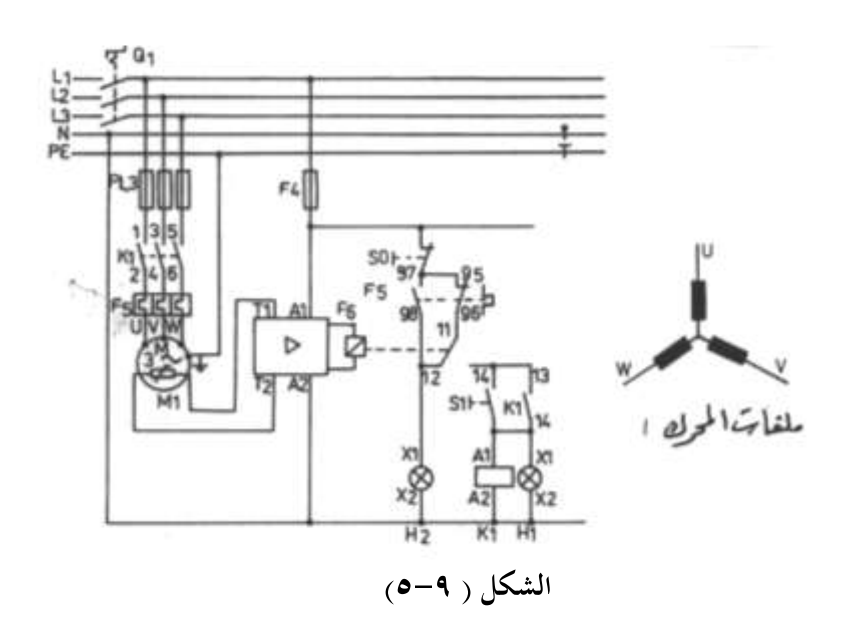
حيث ان :-

مفتاح رئيسى	Q1	ضاغط ايقاف	S0
مصهرات	F1:F4	ضاغط تشغيل	S1
متمم زيادة الحمل الحرارى	F5	لمبة بيان تشغيل المحرك	H1
متمم ارتفاع درجة الحرارة	F6	لمبة بيان زيادة الحمل	H2
كونتاكتور	K1	محرك استنتاجى	M1

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح الرئيسى Q1 يكتمل مسار تيار متمم ارتفاع درجة الحرارة F6 فتتغير وضع الريشة القلاب F6/11-12-14 فتغلق الريشة F6/11-14 وتفتح الريشة F6/11-12 وعند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور K1 فيتغير وضع ريش K1 فتغلق أقطابه الرئيسية ويكتمل مسار تيار المحرك M1 ويدور المحرك وكذلك تغلق الريشة المساعدة K1/13-14 فيحدث امساك ذاتى لمسار التيار K1 حتى بعد ازالة الضغط عن الضاغط S1 وتضيئ لمبة البيان H1 للدلالة على دوران المحرك . فاذا حدث زيادة فى الحمل على المحرك تغلق الريشة F5/97-98 وتفتح الريشة F5/95-96 فينقطع مسار تيار ملف K1 ويتوقف المحرك وتضيئ اللمبة H2 لدلالة على وجود خطأ وكذلك اذا ارتفعت درجة حرارة المحرك تعود الريشة القلاب F6/11-12-14 لوضعها الطبيعى فتغلق الريشة F6/11-12 وينقطع مسار تيار K1 ويتوقف المحرك وتضيئ اللمبة H2 .

ويمكن ايقاف المحرك أثناء الدوران العادى بالضغط على الضاغط S0 فينقطع مسار تيار الملف K1 ويتوقف المحرك M1 ، والشكل (٩-٦) يعرض المخطط الكهربى لتشغيل وايقاف محرك بالرموز الأمريكية .



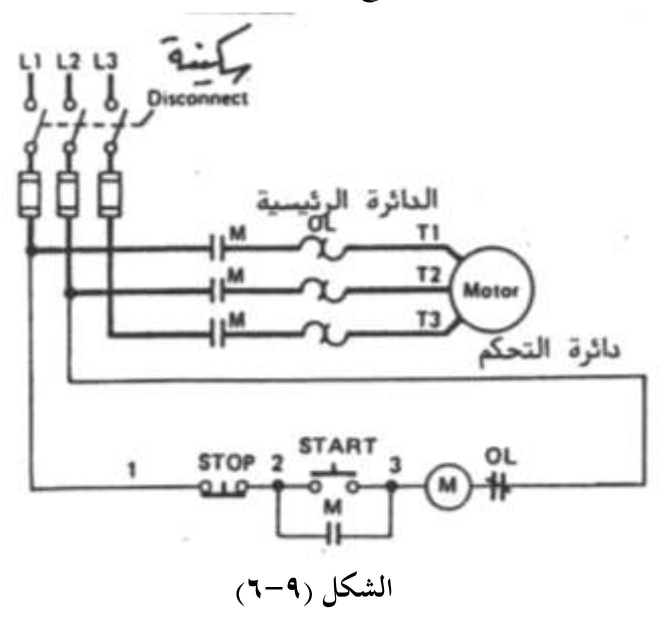
الشكل (٩-٥)

حيث ان :-

سكينة رئيسية	DISCONNECT
مصهرات رئيسية	
متمم حرارى	OL
كونتاكتور	M
ضاغط تشغيل	START
ضاغط ايقاف	STOP
المحرك	MOTOR

نظرية التشغيل :-

عند غلق السكينة الرئيسية DISCONNECT والضغط على ضاغط التشغيل START يكتمل مسار تيار الكونتاكتور M ويدور المحرك MOTOR ويحدث امساك ذاتى لمسار التيار لملف الكونتاكتور M بواسطة الريشة المفتوحة M والموصلة بالتوازى مع ضاغط التشغيل START وعند الضغط على ضاغط الايقاف STOP ينقطع مسار التيار عن ملف الكونتاكتور M ويتوقف المحرك .



الشكل (٩-٦)

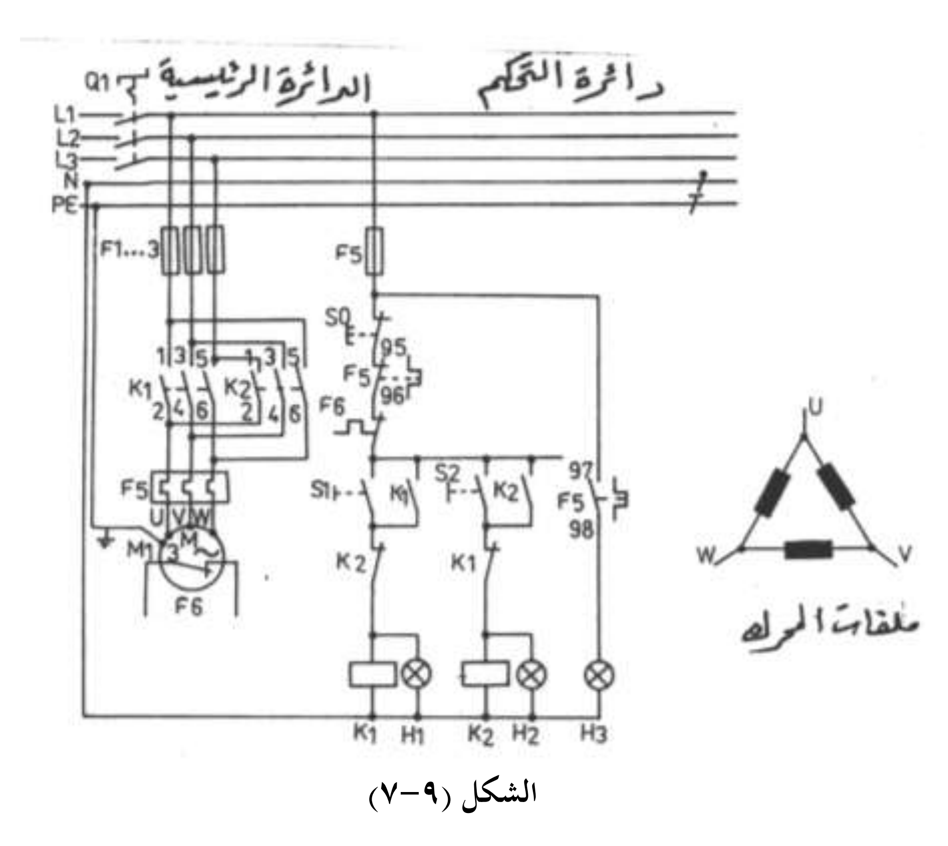
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٩-٤ عكس حركة محرك استنتاجى ثلاثى الوجه

الشكل (٩-٧) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لعكس حركة محرك استنتاجى ثلاثى بتوقف مستخدما الرموز العالمية .

حيث أن :-

مصهرات	F1:F3
متمم حرارى	F5
ثرموستات المعدن الثنائي	F6
كونتاكتورات	K1,K2
ضاغط الايقاف	S0
ضاغط تشغيل	S1
لمبات بيان	H1:H3
المحرك	M1



الشكل (٩-٧)

نظرية التشغيل :-

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور K1 فيعمل K1 ويعكس حالة ريشة فتغلق الأقطاب الرئيسية ويدور المحرك فى اتجاه عقارب الساعة وتغلق ريشة الابقاء الذاتى K1/13-14 ويحدث امساك ذاتى لمسار تيار ملف الكونتاكتور K1 حتى بعد ازالة الضغط عن S1 وتضيىء اللمبة H1 للدلالة على ان المحرك M1 يدور فى اتجاه عقارب الساعة . ويمكن عكس حركة المحرك بالضغط على ضاغط الايقاف S0 أولا فينقطع مسار تيار الكونتاكتور K1 ويتوقف المحرك ثم بعد ذلك يتم الضغط على الضاغط S2 فيكتمل مسار تيار ملف K2 فيعمل K2 ويغلق أقطابه الرئيسية وكذلك الريشة المساعدة الموصلة بالتوازى مع الضاغط S2 ويدور المحرك فى عكس اتجاه عقارب الساعة (لتبديل الوجه L_1 مكان الوجه L_3) وتضيىء لمبة البيان H2 للدلالة على ان المحرك M1 يدور فى عكس اتجاه عقارب الساعة .

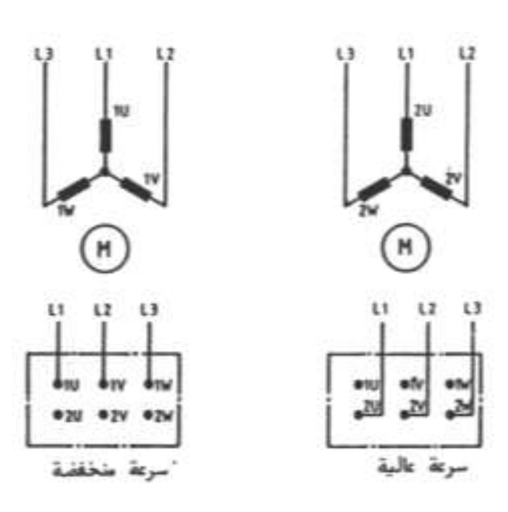
والجدير بالذكر انه عند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك فان متمم زيادة الحمل F5 يغلق الريشة F5/97-98 ويفتح الريشة F5/95-96 فيتوقف المحرك وتضيىء لمبة بيان زيادة الحمل H3 . وعند ارتفاع درجة حرارة المحرك فان ثرموستات المعدن الثنائى F6 يفتح ريشته فينقطع مسار تيار دائرة التحكم ويتوقف المحرك .

٩-٥ تشغيل المحركات الاستنتاجية ذات السرعتين

هناك عدة طرق للحصول على سرعتين أهمها باستخدام :-

١- محرك بملفين منفصلين كلا منهما موصل نجما والشكل (٩-٨) يبين طريقة توصيل أطراف المصدر الكهربى بملفات محرك Y/Y وكذلك بروزته المحرك للحصول على سرعتين احداهما منخفضة والأخرى عالية .

٢- محرك والندر وهى محركات استنتاجية بقفص سنجابى تحتوى على مجوعة واحدة

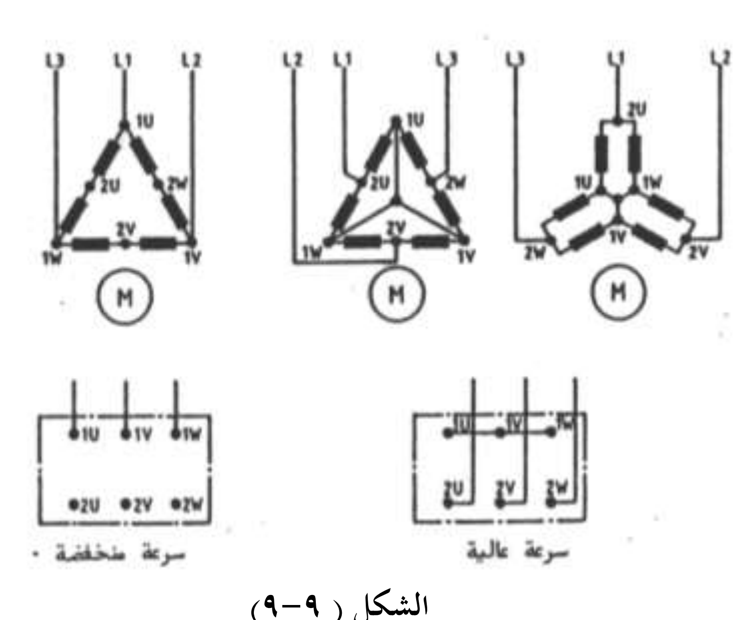


الشكل (٩-٨)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

من الملفات ولكن يمكن توصيلها بطريقتين مختلفتين للحصول على عدد أقطاب مختلفة ومن ثم الحصول على سرعتين النسبة بينهما 1:2 وسميت هذه المحركات بمحركات والندر نسبة لمخترعها وهناك تصميمات مختلفة لهذه المحركات لعل أشهرها انتشارا توصيله Δ /YY حيث يوصل المحرك Δ فى السرعة المنخفضة ويوصل YY فى السرعة العالية ويمتاز هذا التصميم بان عزم السرعة المنخفضة يساوى 1.5 مرة من عزم السرعة العالية .

والشكل (٩-٩) يبين طريقة توصيل أطراف المصدر الكهربى بملفات محرك والندر Δ /YY وكذلك بروزته المحرك للحصول على سرعتين .



الشكل (٩-٩)

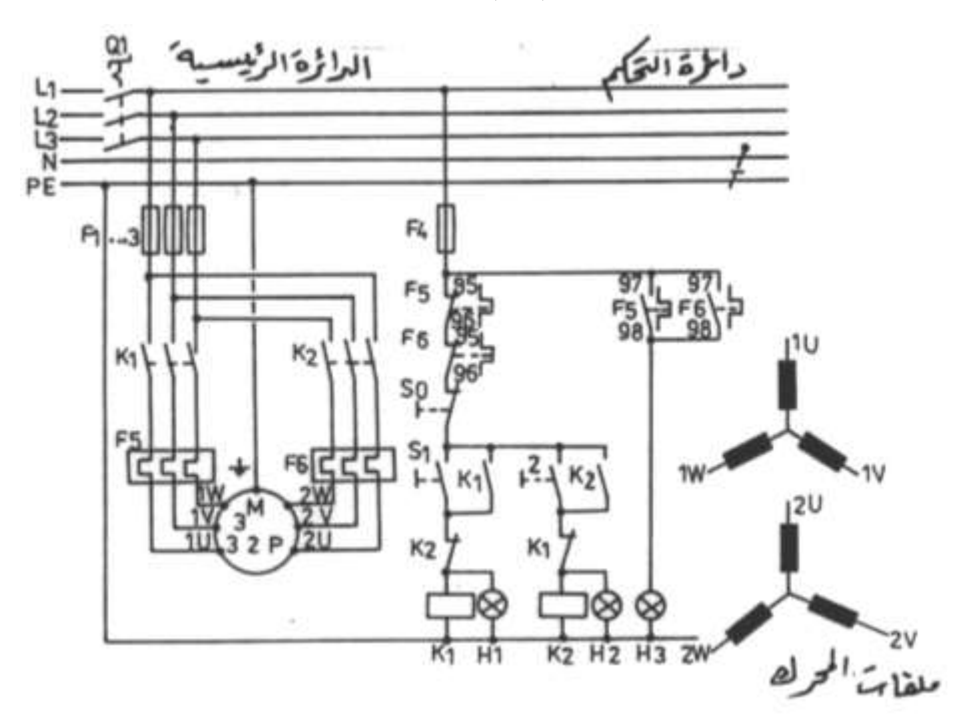
٩-٦ تشغيل محرك يحتوى على مجموعتين من الملفات Y/Y

الشكل (٩-١٠) يبين الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لمحرك استنتاجى بمجموعتين من الملفات Y/Y ويمكن تشغيله بسرعتين أحدهما عالية والأخرى منخفضة ويمكن الانتقال من أى سرعة للأخرى بتوقف .

حيث ان :-

متاح رئيسى	Q1
مصهرات	F1:F4
متممات حرارية	F5:F6

ضواغط	S0,S1,S2
كونتاكتورات	K1,K2
لمبات بيان	H1,H2,H3



الشكل (٩-١٠)

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح الرئيسي Q1 ثم الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار تيار ملف K1 فيعمل ويغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك M1 بالسرعة البطيئة لدخول التيار الكهربى على الأطراف (1U,1V,1W) للمحرك وتضيئ لمبة البيان H1 للدلالة على دوران المحرك بالسرعة البطيئة ، ويمكن ادارة المحرك بالسرعة العالية وذلك بايقاف المحرك أولا بالضغط على الضاغط S0 فينقطع مسار تيار K1 ويتوقف المحرك ثم بعد ذلك يتم الضغط على الضاغط S2 فيكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور K2 فيغلق أقطابه الرئيسية ويدور المحرك بالسرعة العالية لدخول التيار الكهربى الى أطراف (2U,2V,2W) للمحرك .

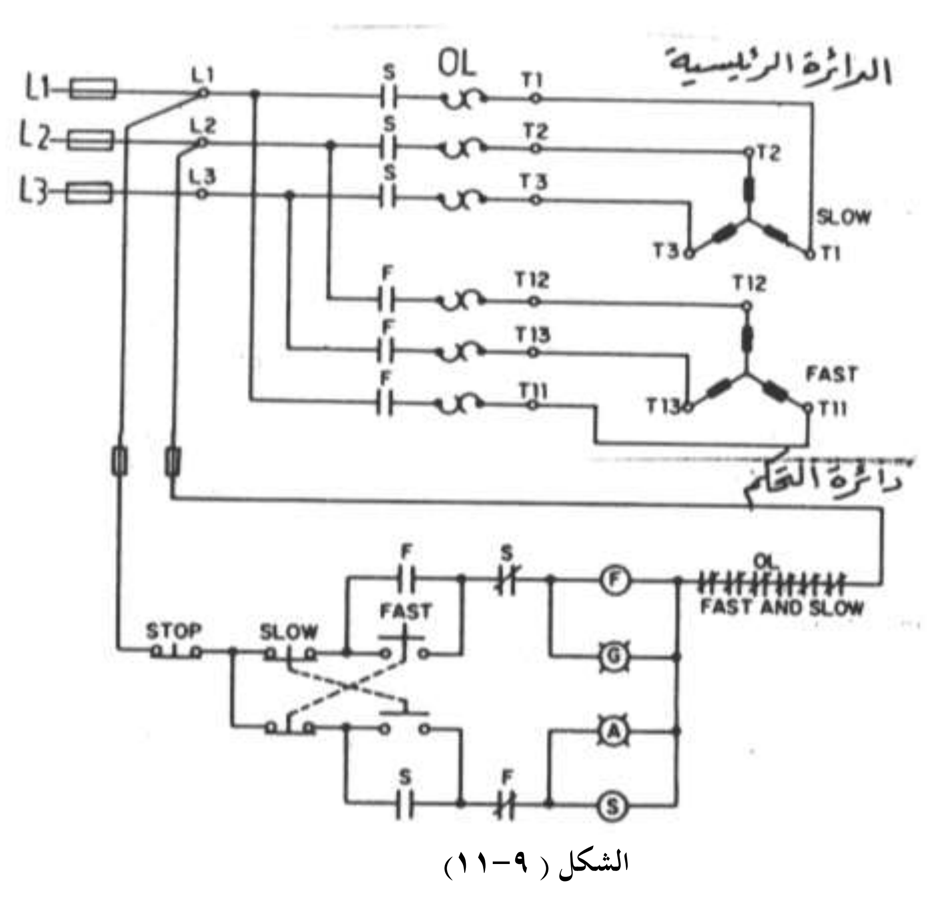
والجدير بالذكر انه يستخدم عدد 2 متمم زيادة حمل ، واحد للسرعة المنخفضة (F5) ،والآخر للسرعة العالية (F6) وذلك لاختلاف تيار التشغيل للمحرك فى كلتا السرعتين ، ويلاحظ وجود ربط كهربى بين كلا من K1,K2 حيث تستخدم ريشة مغلقة من K2 على التوالى مع ملف K1 وريشة مغلقة من K1 على التوالى مع K2 وبذلك لا يمكن تشغيل كلا من K1,K2 فى لحظه واحدة .

والشكل (٩-١١) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للتحكم فى محرك بمجموعتين من الملفات ملفات السرعة البطيئة أطرافها (T1,T2,T3) وملفات السرعة العالية أطرافها (T11,T12T13) يدور بسرعتين ويمكن الانتقال من أى سرعة للأخرى بدون توقف وذلك باستخدام الرموز الأمريكية .

حيث أن :-

كونتاكتور السرعة المنخفضة	S
كونتاكتور السرعة العالية	F
ضاغط الايقاف	STOP
ضاغط السرعة المنخفضة	SLOW
ضاغط السرعة العالية	FAST
متممات زيادة الحمل الحرارية	OL
لمبة بيان السرعة العالية	G
لمبة بيان السرعة المنخفضة	A

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٩-١١)

ولا تختلف نظرية عمل هذه الدائرة عن الدائرة السابقة عدا انه يمكن الانتقال من سرعة لأخرى بدون توقف لاستخدام ريشة مغلقة من ضاغط السرعة العالية FAST فى مسار ملف كونتاكتور السرعة المنخفضة S وكذلك استخدام ريشة مغلقة من ضاغط السرعة المنخفضة SLOW فى مسار ملف كونتاكتور السرعة العالية F .

٩-٧ تشغيل محرك والندر

الشكل (٩-١٢) يبين دائرة التحكم والدائرة الرئيسية لتشغيل محرك دالندر Δ YY/ يمكن تشغيله بسرعتين ويمكن الانتقال من أى سرعة للأخرى بتوقف باستخدام الرموز العالمية

حيث أن :-

مفتاح رئيسي Q1

مصهرات F1:F4

متممات زيادة الحمل F5,F6

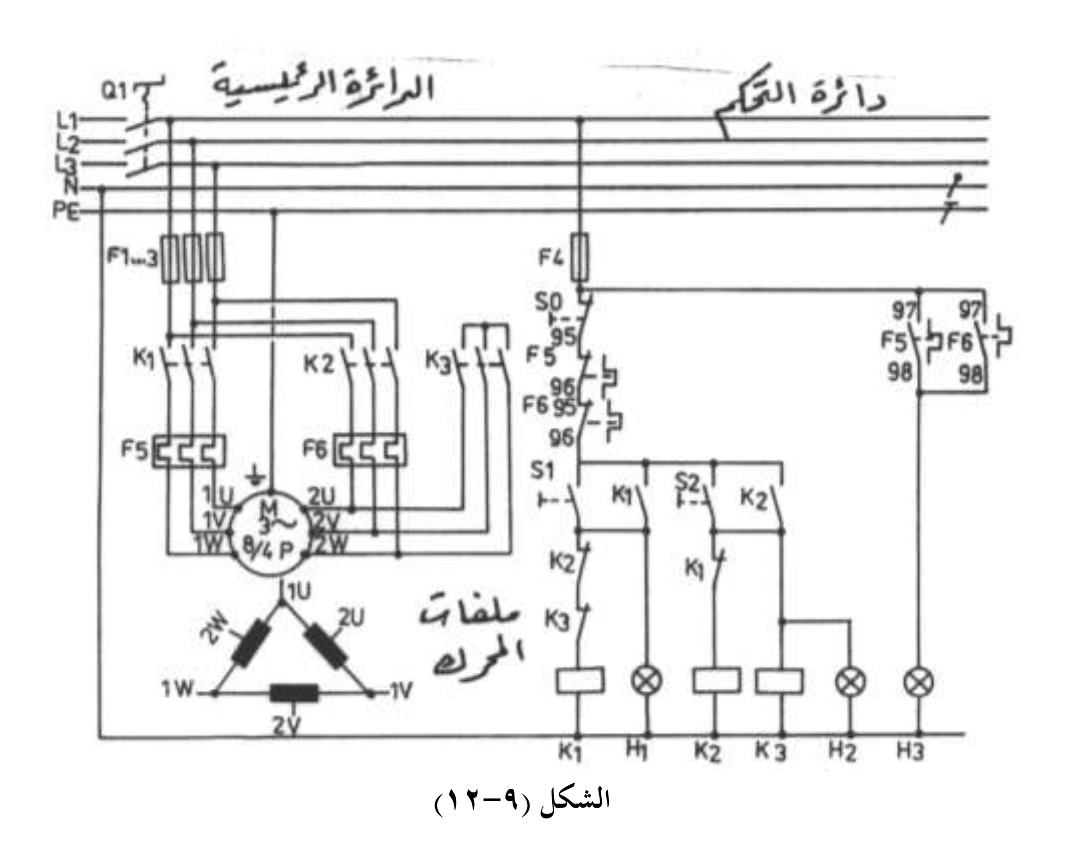
محرك دالندر M1

ضواغط	S0,S1,S2
لمبات بيان	H1,H2,H3

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح الرئيسي Q1 ثم الضغط على S1 يعمل K1 ويدور المحرك وملفاته موصله Δ بالسرعة المنخفضة وتضيئ لمبة البيان H1 ، وعند الضغط على S0 ينقطع مسار تيار K1 ويتوقف المحرك ، وعند الضغط على S2 يعمل كلا من K1,K3 ويدور المحرك وملفاته موصلةYY بالسرعة العالية وتضيئ لمبة البيان H2 ، وعند زيادة الحمل على المحرك أثناء دورانه بالسرعة العالية أو المنخفضة يتوقف المحرك لانقطاع مسار التيار لدائرة التحكم وتضيئ لمبة البيان H3 .

والشكل (٩-١٣) يبين الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لتشغيل محرك دالندر Y/YY بسرعتين مختلفتين بحيث يمكن الانتقال من سرعة لأخرى بتوقف وذلك بالرموز الأمريكية .



الشكل (٩-١٢)

حيث أن :-

كونتاكتور السرعة البطيئة	S	ضاغط السرعة المنخفضة	SLOW
كونتاكتور السرعة العالية	F	متممات زيادة الحمل	OL
ضاغط الايقاف	STOP	لمبات البيان	G,A
ضاغط السرعة العالية	FAST		

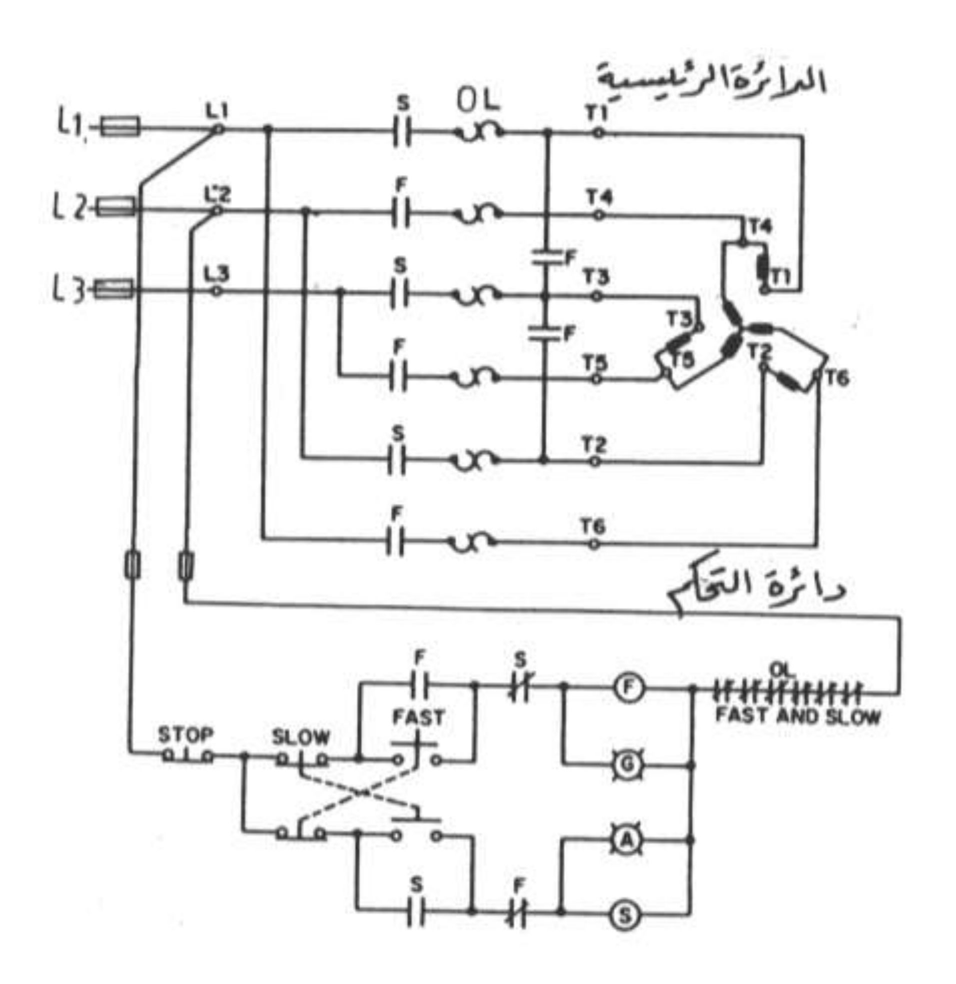
نظرية التشغيل :-

عند الضغط على ضاغط السرعة المنخفضة SLOW يكتمل مسار تيار ملف كونتاكتور السرعة المنخفضة S فيغلق أقطابه الرئيسية ويصل التيار الكهربى للأطراف T1,T2,T3 ويدور المحرك وملفاته موصله Y بالسرعة المنخفضة وتضيئ لمبة البيان A ، وعند الضغط على ضاغط السرعة العالية FAST ينقطع مسار تيار ملف كونتاكتور السرعة المنخفضة S ويكتمل مسار تيار ملف كونتاكتور السرعة العالية F فيغلق أقطابه الرئيسية فيصل التيار الكهربى للأطراف T4,T5,T6 ويحدث قصر للأطراف T1,T2,T3 ويدور المحرك وملفاته موصله YY بالسرعة العالية وتضيئ لمبة البيان G.

ويمكن ايقاف المحرك بالضغط على الضاغط STOP فينقطع مسار تيار دائرة التحكم ويتوقف المحرك .

علما بانه فى حالة دوران المحرك سواء بالسرعة المنخفضة أو العالية وحدث زيادة فى الحمل على المحرك تفتح ريش ريليهات زيادة الحمل OL وينقطع مسار تيار دائرة التحكم ويتوقف المحرك .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٩-١٣)

٩-٨ دوائر بدء المحركات الاستنتاجية ثلاثية الأوجه

ان البدء المباشر للمحركات الاستنتاجية ذات القدرات العالية لمن الأمور الخطيرة على الشبكة الكهربية اذ ان تيار البدء المباشر قد يصل الى سته أو سبعه مرات من تيار التشغيل العادى الأمر الذى يؤدى لانخفاض جهد الشبكة ويترتب عن ذلك احتراق المحركات الصغيرة فى الشبكات خصوصا لو طالت مدة انخفاض الجهد فى الشبكة نتيجة لعمليات البدء المتكررة ويمكن تجنب ذلك باحدى طرق بدء المحركات التالية :-

- البدء نجما – دلتا
- البدء بمقاومات بدء مع العضو الثابت
- البدء بمحول ذاتى

- البدء بالملفات الجزئية

أولا البدء نجما – دلتا :–

حيث يتم تشغيل المحرك نجما عند البدء وبعد ان يصل المحرك الى % 95 من سرعة الدوران الإسمية له توصل ملفات المحرك دلتا بدلا من نجما . وعند البدء نجما يكون تيار البدء مساويا $1/\sqrt{3}$ من تيار البدء المباشر فى حين ان عزم البدء فى هذه الحالة يكون مساويا 1/3 عزم البدء المباشر لذلك ينصح ان تبدأ المحركات نجما – دلتا اذا كان جهد تشغيل المحرك وملفاته دلتا مساوية لجهد المصدر الكهربى.

مثال :–

محرك استنتاجى ثلاثى الوجه Y/Δ (380/220 V) يمكن ان يبدأ حركته نجما دلتا اذا كان جهد الخط للمصدر الكهربى 220 V ولكن لا يمكن بدأ حركته نجما دلتا اذا كان جهد الخط للمصدر الكهربى 380 V .

وهناك طريقتين لبدء حركة المحرك نجما – دلتا وهما :–

١– **البدء نجما دلتا مع عبور مفتوح OPEN TRANSITION**

وفى هذه الطريقة عند الانتقال من توصيلة النجما الى توصيله الدلتا يحدث انقطاع لتيار المحرك الأمر الذى يؤدى الى تولد تيارات عابرة بالحث تكون عالية وهذه التيارات قد تؤثر على أحمال الشبكة الكهربية الحساسة مثل الكومبيوترات .

٢– **البدء نجما دلتا مع عبور مغلق CLOSE TRANSITION**

وفى هذه الطريقة عند الانتقال من توصيلة النجما الى توصيلة الدلتا تدخل مقاومات بالتوالى مع المحرك وبالتالى لا ينقطع تيار المحرك الأمر الذى لا يؤدى الى تولد تيارات عابرة وهذا أفضل للشبكة الكهربية وأحمالها وان كان ذلك يحتاج الى دوائر تحكم أكثر تعقيدا عن السابقة .

ثانيا باستخدام مقاومات بدء

باستخدام مقاومات بدء توصل بالتوالى مع العضو الثابت عند بدء التشغيل وتفصل تدريجيا من الدائرة عند وصول سرعة المحرك الى حوالى % 90 من السرعة الأسمية له أى خلال زمن يتراوح ما بين(1 : 3 S) ، وفى هذه الطريقة يمكن تقليل تيار البدء الى حوالى % 35 من تيار البدء المباشر . ويعاب على هذه الطريقة ارتفاع درجة حرارة هذه المقاومات لذلك يجب الا تزيد عدد مرات البدء فى الساعة عن خمس مرات .

ثالثا باستخدام محول ذاتى

حيث يقوم المحول الذاتى بتقليل جهد البدء الى حوالى (% 50 أو % 65 أو % 80) من الجهد المقنن وعند الوصول بالسرعة الى حوالى % 90 من السرعة المقننة ينفصل المحول الذاتى ويعمل المحرك عند الجهد الكامل للمصدر ويصل تيار البدء فى هذه الحالة لأقل من % 50 من تيار البدء المباشر .

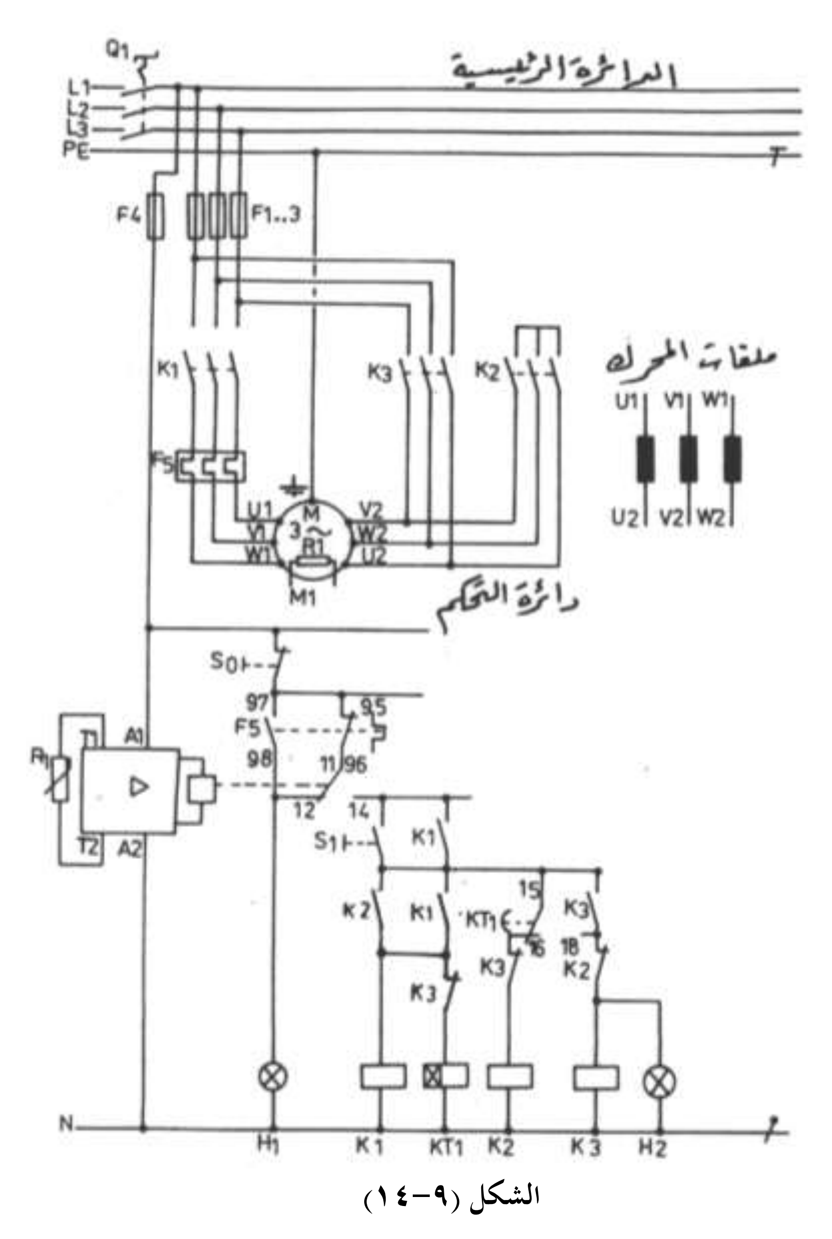
رابعا باستخدام ملفات جزئية

حيث تقسم ملفات المحرك لمجموعتين من الملفات موصلة Y,YY ويبدأ المحرك بمجموعة YY ثم بعد ذلك تدخل مجموعة Y فى الدائرة ويصل تيار البدء فى هذه الطريقة حوالى 75% من تيار البدء المباشر .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

٩ –٨–١ البدء نجما دلتا بعبور مفتوح

الشكل (٩–١٤) يعرض الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لبدء حركة محرك نجما – دلتا بعبور مفتوح .



الشكل (٩–١٤)

حيث أن :–

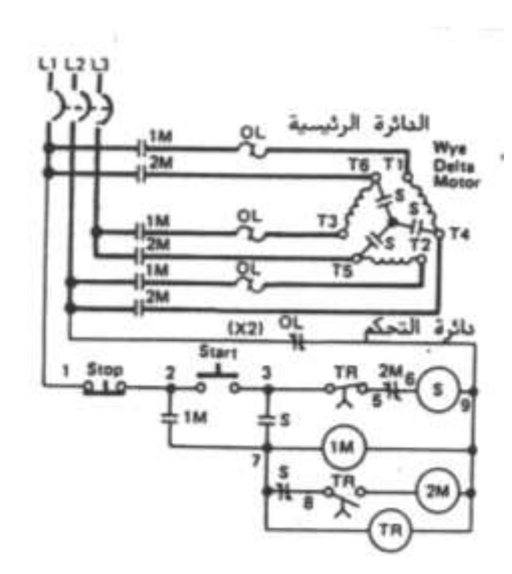
مفتاح رئيسي Q ضاغط إيقاف S0

مصهرات	F1:F4	ضاغط التشغيل	S1
متمم زيادة حمل	F5	متمم زيادة درجة الحرارة	F6
كونتاكتور رئيسي	K1	مؤقت زمني	KT1
كونتاكتور النجما	K2	لمبة بيان زيادة الحمل	H1
كونتاكتور الدلتا	K3	لمبة بيان التشغيل	H2
متمم زيادة درجة الحرارة	F6	مقاومات حرارية	R1

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح الرئيسي Q1 يتغير وضع الريشة القلاب F6/11-12-14 فتغلق الريشة F6/11-14 وتفتح الريشة F6/11-14 وعند الضغط علي S1 يكتمل مسار تيار ملف K2 فيعمل K2 وتباعا يكتمل مسار تيار ملف K1 فيعمل هو الآخر ويدور المحرك M1 وملفاته موصله نجما وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت KT1 (ثلاث ثواني) يعمل المؤقت KT1 علي تغير حالة ريشه فتغلق الريشة KT1/15-18 وتفتح الريشة KT1/15-16 فينقطع مسار تيار ملف K2 ويكتمل مسار تيار ملف K3 ويعمل المحرك وملفاته موصله دلتا ، وفي نفس الوقت ينقطع مسار تيار ملف KT1 نتيجة لعمل K3 وتضئ لمبة بيان التشغيل H2 .

وعند حدوث زيادة في الحمل تغلق الريشة F5/97-98 وتفتح الريشة F5/95-96 ويتوقف المحرك M1 نتيجة لانقطاع مسار تيار K1,K3 وتضئ لمبة بيان الخطأ H1 .وعند حدوث ارتفاع درجة حرارة المحرك عن الطبيعي تعود الريشة القلاب F6/11-12-14 لوضعها الطبيعي المبين في دائرة التحكم فينقطع مسار تيار K1,K3 فيتوقف المحرك وتضئ لمبة بيان الخطأ H1 .



الشكل (٩-١٥)

وتجدر الإشارة إلى أن الهدف من إدخال كونتاكتور النجما K2 أولا قبل الكونتاكتور الرئيسي K1 هو تجنب حدوث شرارة عند القصر الأمر الذي يطيل من عمر K2 ويقلل من سعته فيصغر حجمه .

والشكل (٩-١٥) يعرض دائرة التحكم والدوائر الرئيسية لبدء حركة محرك نجما –دلتا باستخدام الرموز الأمريكية .

حيث أن :-

كونتاكتور رئيسي	1M
كونتاكتور النجما	S
كونتاكتور الدلتا	2M
مؤقت زمني	TR
متمم زيادة الحمل	OL
ضاغط تشغيل	START
ضاغط إيقاف	STOP

نظرية التشغيل :-

عند الضغط علي ضاغط البدء START يكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور S وتباعا يكتمل ملف الكونتاكتور 1M وكذلك المؤقت TR ويحدث إبقاء ذاتي لمسار التيار بواسطة الريشتين

الشكل (٩-١٥)

المفتوحتين للكونتاكتور S والكونتاكتور 1M ويدور المحرك وملفاته موصله نجما ، وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت TR تفتح الريشة المغلقة لمؤقت TR بينما تغلق الريشة المفتوحة له وينتج عن ذلك انقطاع لمسار التيار لملف الكونتاكتور S ويكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور 2M ويدور المحرك وملفاته موصله دلتا .

٩-٨-٢ البدء نجما –دلتا بعبور مغلق

الشكل (٩-١٦) يعرض الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لبدء حركة محرك نجما–دلتا بعبور مغلق

حيث أن :-

مفتاح رئيسي	Q1	ضاغط تشغيل	S1
مصهرات	F1-F4	مؤقتات زمنية	KT1,KT2

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

كونتاكتورات	K1:K4	متمم زيادة درجة الحرارة	F6

الشكل (٩-١٦)

متمم زيادة الحمل	F5	لمبة بيان الخطأ	H1
ضاغط إيقاف	S0	لمبة بيان التشغيل	H2

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح الرئيسي Q1 يتغير وضع الريشة القلاب لمتمم زيادة درجة الحرارة F6/11-12-14 فتغلق الريشة F6/11-14 وعند الضغط علي الضاغط S1 يكتمل مسار تيار ملف K1 وتباعا يكتمل مسار تيار ملف K2 فيعمل المحرك وملفاته موصله نجما وفي نفس الوقت يكتمل مسار تيار المؤقتات KT1,KT2 وبعد sec 2.5 يعمل KT2 فيغلق ريشته المفتوحة ويعمل K4 وتدخل المقاومات R2 وبعد ثلاثة ثواني من لحظة البدء يعمل KT1 فيتغير وضع الريشة القلاب للمؤقت KT2 فينقطع مسار تيار ملف K2 ويكتمل مسار تيار K3 فيعمل المحرك دلتا .

وفي نفس الوقت ينقطع مسار التيار لكلا من KT1,KT3 فينقطع مسار تيار K4 وتخرج المقاومات R2 خارج الدائرة وبذلك فإن المقاومات R2 تكون دخلت لمدة sec 0.5 ثانية قبل الانتقال من نجما إلى دلتا لضمان عدم انقطاع التيار الذي يسحبه المحرك أثناء الانتقال لمنع حدوث عبور للتيار . والجدير بالذكر أن عزم البدء في حالة النجما يكون حوالي 1/1.7 من عزم الدوران عند الدلتا لذلك يجب تقليل حمل المحرك عند البدء.

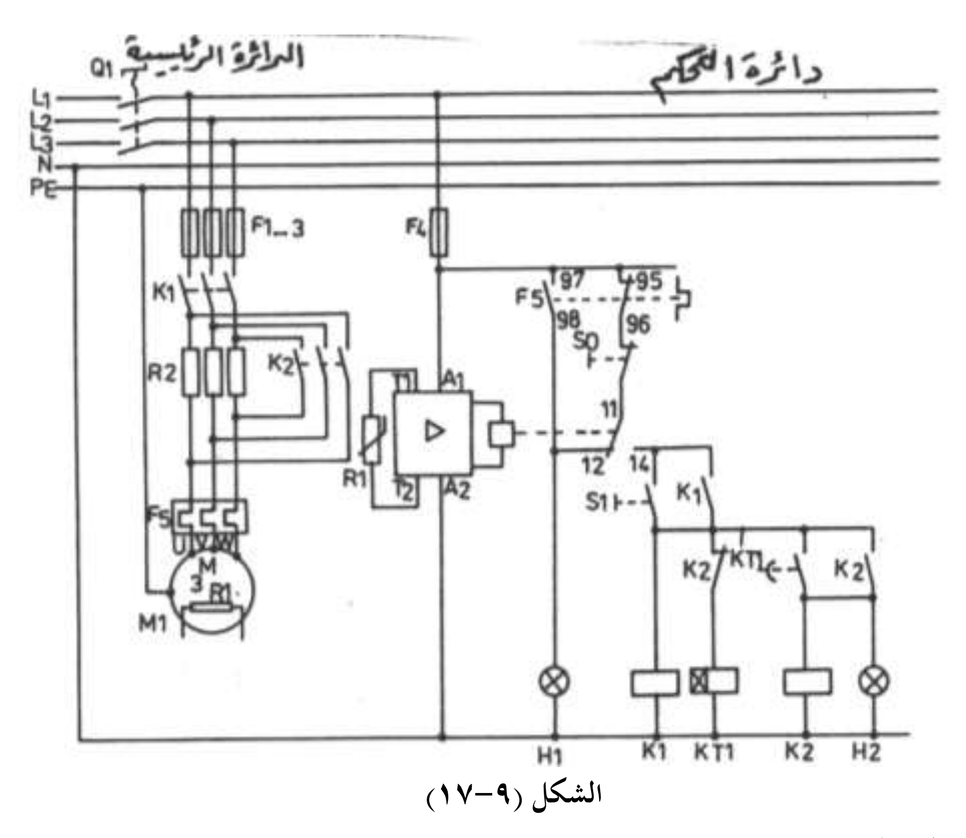
٩-٨-٣ البدء بمقاومات مع العضو الثابت

الشكل (٩-١٧) يعرض الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لبدء حركة محرك استنتاجي بمقاومات بدء مع العضو الثابت .

حيث أن :-

مصهرات	F1-F4	ضاغط إيقاف	S0
متمم زيادة الحمل	F5	ضاغط تشغيل	S1
متمم زيادة درجة الحرارة	F6	مؤقت زمني	KT1
كونتاكتورات	K1,K2	لمبة بيان الخطأ	H1
مقاومات بدء	R2	لمبة بيان التشغيل	H2

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.



الشكل (٩–١٧)

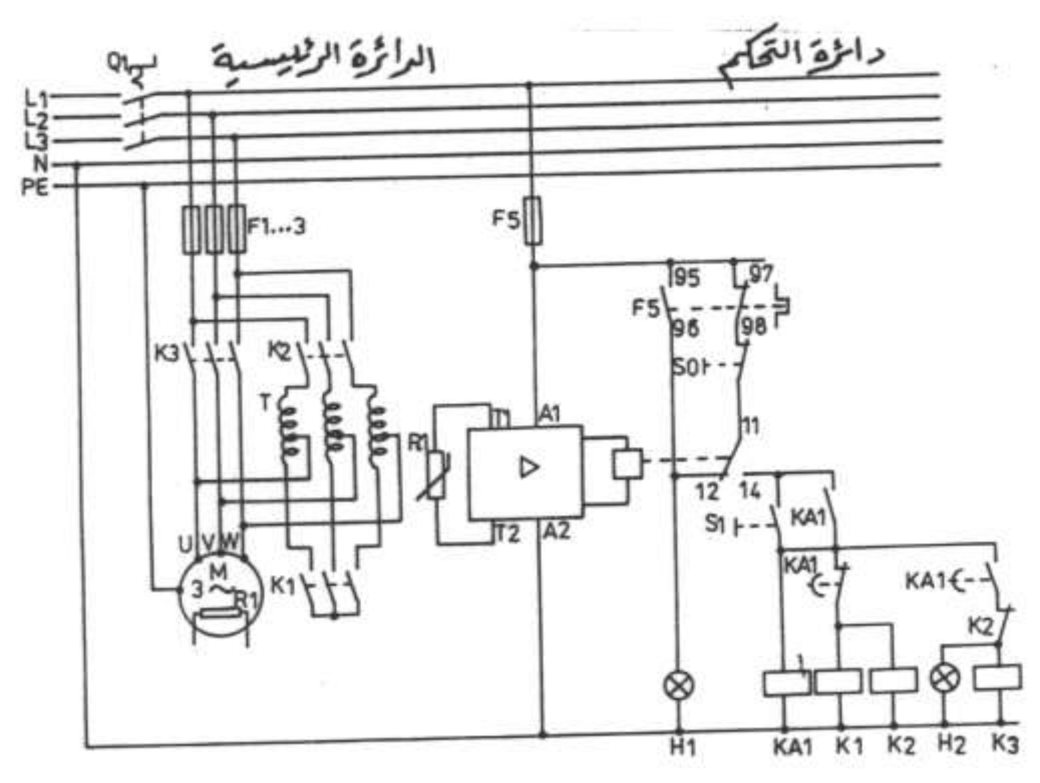
نظرية التشغيل :–

عند غلق المفتاح الرئيسي Q1 يتغير وضع الريشة القلاب لمتمم زيادة درجة الحرارة F6/11-12-14 فتغلق الريشة F6/11-14 وعند الضغط علي الضاغط S1 يكتمل مسار تيار ملف K1 وملف المؤقت KT1 ويدور المحرك والمقاومات R2 موصلة بالتوالي مع المحرك وبعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت KT1 يعكس المؤقت حالة ريشة فتغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار تيار ملف K2 فيعكس الكونتاكتور K2 حالة ريشة فتغلق أقطابه الرئيسية التي تحدث قصر على أطراف المقاومات R2 وكذلك يفتح ريشته المغلقة الموصلة بالتوالي مع المؤقت KT1 وتضيء لمبة بيان التشغيل H2 .

وحينئذ يكون الجهد الكامل للمصدر الكهربي مسلط على المحرك M1 وفي حالة حدوث زيادة في الحمل أو ارتفاع لدرجة حرارة المحركM1 تضيء لمبة البيانH1 ويتوقف المحرك في الحال.

٩-٨-٤ البدء بمحول ذاتي

الشكل (٩-١٨) يبين الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لبدء حركة محرك استنتاجي بقفص سنجابي ثلاثي الوجه بمحول بدء .



الشكل (٩-١٨)

حيث أن :-

مفتاح رئيسي	Q1	كونتاكتورات رئيسية	K1-K3
مصهرات	F1:F4	ريلاي كهرومغناطيسي مثبت عليه	
متمم زيادة الحمل	F5	مؤقت هوائي	KA1
متمم زيادة درجة الحرارة	F6	لمبة بيان زيادة الحمل	H1
مقاومات حرارية	R1	لمبة بيان التشغيل	H2
محول ذاتي	T		

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح الدوار Q1 تنعكس حالة الريشة القلاب لمتمم درجة الحرارة F6/11-12-14 وعند الضغط علي الضاغط S1 يكتمل مسار تيار كلا من ملفات KA1,K1,K2 ويعمل المحرك عند جهد يساوي 65 % من جهد المصدر لدخول المحول الذاتي T في الدائرة حيث يتم تغذية المحرك من نقاط تفرع علي المحول الذاتي عند جهد 65 % من جهد المصدر ويحدث إمساك ذاتي لمسار التيار في دائرة التحكم عبر الريشة المفتوحة KA1 .

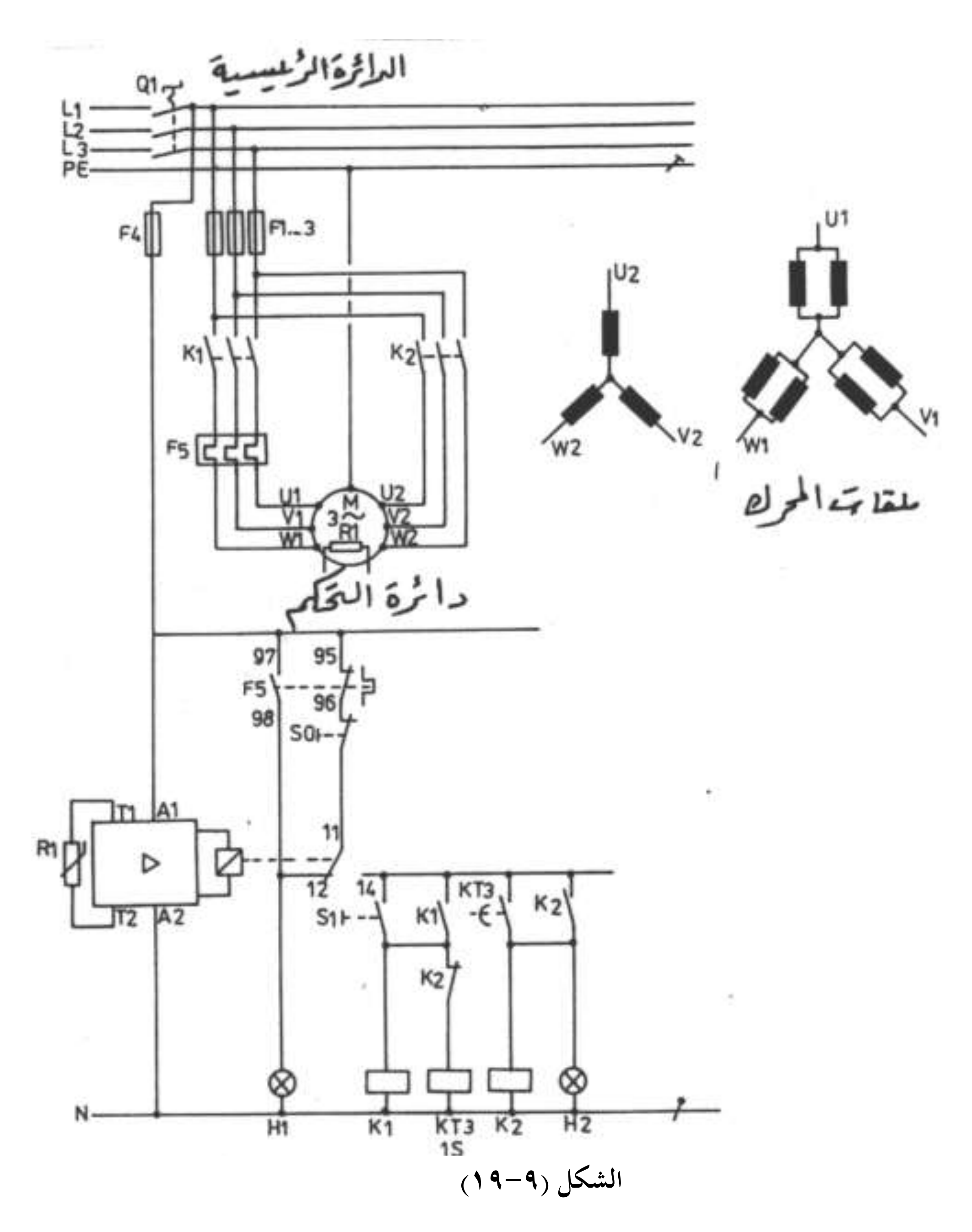
وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الهوائي المثبت علي الريلاي KA1 تنعكس حالة ريشة فينقطع مسار تيار ملف K1,K2 وتباعا تعود ريشة K2 المغلقة الموصلة بالتوالي مع ملف K3 لوضعها الطبيعي فيكتمل مسار تيار K3 ويخرج المحول T خارج الدائرة ويغذي المحرك بجهد المصدر الكامل .

٩-٨-٥ البدء بالملفات الجزئية

الشكل (٩-١٩) يعرض الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لبدء حركة محرك استنتاجي مزود بملفات جزئية موصلة نجما .

حيث أن :-

مفتاح رئيسي	Q1	مؤقت زمني	KT3
مصهرات	F1:F4	ضاغط تشغيل	S1
متمم زيادة الحمل	F5	ضاغط إيقاف	S0
متمم زيادة درجة الحرارة	F6	محرك مزود بملفات جزئية	M1
كونتاكتورات	K1,K2	مقاومات حرارية	R1



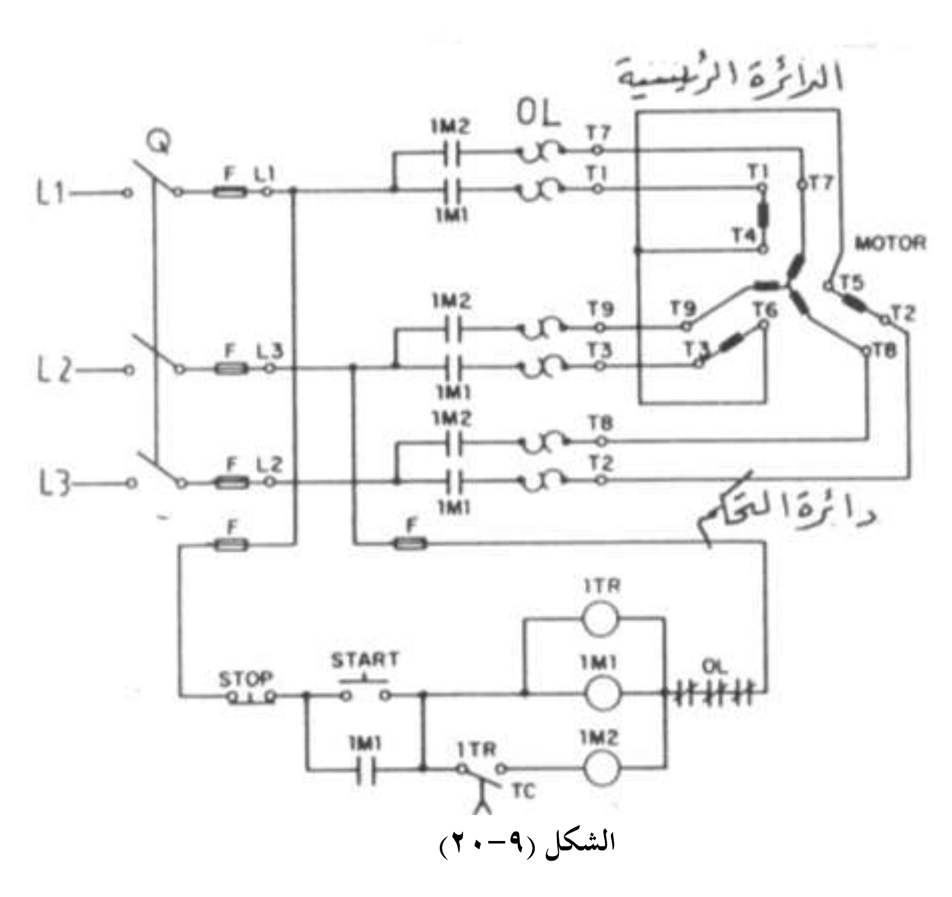
الشكل (٩-١٩)

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح الدوار Q1 تنعكس حالة الريشة القلاب لمتمم درجة الحرارة F6/11-12-14 وعند الضغط علي الضاغط S1 يكتمل مسار تيار ملف K1,KT3 ويعمل المحرك بالجزء الأول من

الملفات U1-V1-W1 وبعد 1 ثانية تغلق الريشة المفتوحة للمؤقت KT3 فيكتمل مسار تيار ملف K2 ويدخل الجزء الثاني من الملفات وبذلك تكون ملفات المحرك قد دخلت بالكامل ويكون المحرك قادر علي حمل الحمل الكامل له .

والشكل (٩-٢٠) يعرض الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم لبدء حركة محرك استنتاجي (بتسعة أطراف T1 : T9) مزود بملفات جزئية باستخدام الرموز الأمريكية .



الشكل (٩-٢٠)

حيث أن :

مفتاح رئيسي دوار	Q	مؤقت زمني	TR
مصهرات	F	ضاغط تشغيل	START
متمم زيادة الحمل	OL	ضاغط إيقاف	STOP
كونتاكتورات	1M1,1M2		

نظرية التشغيل :-

نغلق المفتاح الرئيسي Q ثم نضغط علي الضاغط START فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور 1M1 والمؤقت 1TR فتتصل الملفات (T3-T6) , (T2-T5) , (T1-T4) نجما ويدور المحرك وبعد 1ثانية تغلق الريشة المفتوحة للمؤقت TR فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور 1M2 وبالتالي يدخل الجزء الثاني من الملفات الموصلة نجما T7-T8-T9 بالتوازي مع الأولي وبذلك يكون المحرك قادر علي حمل الحمل الكامل .

الباب العاشر

أجهزة التحكم المبرمج PLC's

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تتنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

أجهزة التحكم المبرمج PLC's

١٠-١ مقدمة

إن PLC هي اختصار Programmable Logic Controller أي جهاز التحكم المبرمج. وأجهزة التحكم المبرمج أو الحاكمات القابلة للبرمجة هي أجهزة إلكترونية تستخدم ذاكرة قابلة لتخزين برامج التشغيل والتي تتكون من مجموعة من الأوامر لتحقيق وظائف معينة مثل البوابات المنطقية – القلوبيات – المؤقتات الزمنية – العدادات – الساعات ...الخ .

وتستخدم أجهزة التحكم المبرمج على نطاق واسع مع أجهزة التبريد الكبيرة وكذلك المكيفات المركزية .

وتتكون أجهزة التحكم المبرمج من أربعة أجزاء أساسية وهم :-

١- **وحدة المعالجة المركزية CPU** وهى المسئولة عن تنفيذ برنامج التشغيل وإعطاء أوامر التشغيل للكونتاكتورات وصمامات السوائل ولمبات البيان ووسائل الأنذار الصوتية والضوئية تبعا للحالة اللحظية للمداخل والتي تكون إما مفاتيح أو ضواغط تشغيل وقواطع ضغط منخفض وعالي وثرموستاتات ...الخ .

٢- **الذاكرة Memory** وهى تنقسم إلى نوعين وهما :-

أ- **ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM** ويخزن فيها برنامج التشغيل المدخل من قبل المستخدم وكذلك حالة المداخل اللحظية وجميع البيانات المدخلة للجهاز .

ب – **ذاكرة القراءة العشوائية ROM** وتحتوى على نظام التشغيل للجهاز ولا يمكن للمستخدم الوصول لمحتوياتها .

٣- **وحدة ربط المداخل Input Interface** حيث تقوم بتقليل الجهود القادمة من أجهزة مداخل جهاز التحكم المبرمج مثل الضواغط والمفاتيح المختلفة لتناسب وحدة المعالجة المركزية .

٤- **وحدة ربط المخارج Output Interface** حيث تقوم هذه الوحدة برفع جهد إشارات التشغيل القادمة إليها من وحدة المعالجة المركزية CPU ليتناسب أجهزة مخارج جهاز التحكم المبرمج مثل الكونتاكتورات وصمامات السوائل ولمبات البيان ...الخ .

ويوجد بعض الأجهزة التي تصاحب استخدام أجهزة التحم المبرمج مثل :-

١- وحدة البرمجة Programmer

وهناك العديد من وحدات البرمجة أبسطها يشبه الآلة الحاسبة وتسمى بوحدة برمجة يدوية Hand Programmer وفي بعض الأحيأن تستخدم أجهزة كمبيوتر IBM أو موافقاتها كجهاز برمجه بعد تحميله ببرنامج خاص من قبل الشركة المصنعة لجهاز التحكم المبرمج ويستخدم كابل للتوصيل بين الكومبيوتر وجهاز التحكم المبرمج .

علما بأن البرامج المعدة من قبل الشركات المصنعة بعضها يعمل تحت الدوس MS-DOS والبعض يعمل تحت النوافذ Windows ، وتستخدم أجهزة البرمجة بصفة عامة لتحميل جهاز PLC ببرنامج التشغيل المعد من قبل المبرمج .

٢- وحدات ذاكرة خارجية External Memory

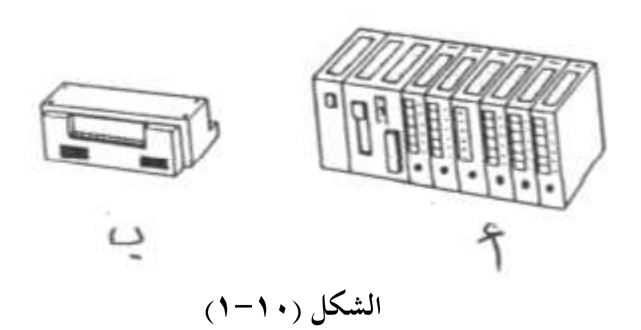
وعادة تزود أجهزة التحكم المبرمج بمكان لوضع وحدة ذاكرة خارجية وتستخدم وحدات الذاكرة الخارجية لتخزين برنامج التشغيل المحمل به جهاز PLC أو لتحميل جهاز PLC ببرنامج مخزن فيها .

ويوحد نوعأن من أجهزة التحكم المبرمج من حيث التركيب وهما :-

١- **أجهزة تحكم مبرمج متكاملة Compact PLC** حيث توضع جميع الأجزاء المكونة لجهاز PLC في غلاف واحد .

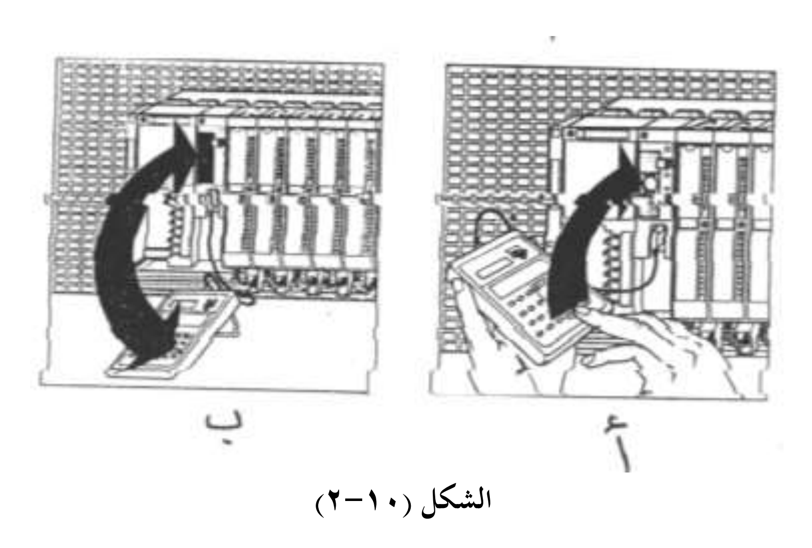
٢- **أجهزة تحكم مبرمج مجزأة Mouduled PLC** حيث يوضع كل جزء من الأجزاء الداخلية لجهاز PLC في وحدة مستقلة تسمى موديول Module فيوجد موديول مستقل CPU وآخر موديول ربط مخارج Input Module وآخر موديول ربط مخارج Output Module وهناك أنواع مختلفة من موديولات المداخل والمخارج فمنها ما هو رقمي ومنها ما هو تناظري ...الخ .

والشكل (١٠-١) يعرض صورة لجهاز تحكم مبرمج من النوع المجزأ (ذو الموديولات (الشكل أ) وصورة لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل (الشكل ب)



الشكل (١٠-١)

والشكل (١٠-٢) يبين كيفية استخدام جهاز برمجة يدوي في إدخال برنامج التشغيل (الشكل أ) وكيفية استرجاع برنامج مخزن في جهاز PLC إلى وحدة البرمجة اليدوية وتعديل البرنامج ثم إعادة البرنامج المعدل إلى جهاز PLC (الشكل ب) .



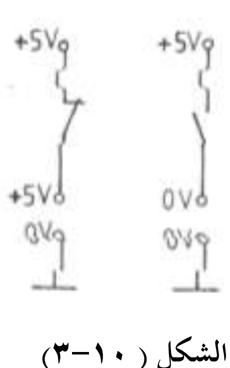
الشكل (١٠-٢)

١٠-٢ مصطلحات فنية

فيما يلي أهم المصطلحات الفنية المستخدمة مع أجهزة التحكم المبرمج PLC :

١ – الإشارة الرقمية Digital Signal

هي إشارة جهد وتكون قيمة جهد الإشارة الرقمية مساوية 0V أو أي قيمة أخرى ولتكن +5V .

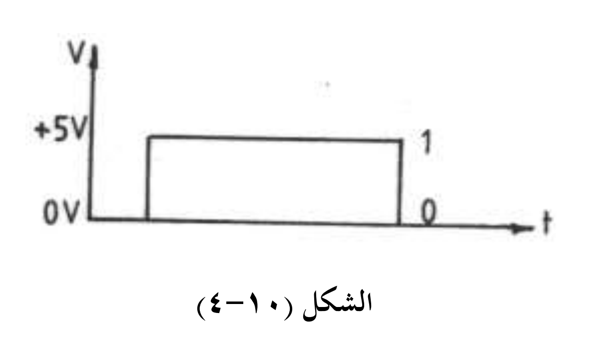


الشكل (١٠-٣)

مثال : الجهد المنقول عبر ريشة التلامس فإذاكانت ريشة التلامس مفتوحة كان الجهد المنقول 0V وإذاكانت مغلقة كان الجهد المنقول +5V وهذه مبين بالشكل (١٠-٣) .

٢- حالة الإشارة الرقمية Digital Signal State

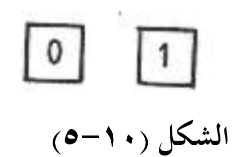
فإذاكان جهد الإشارة الرقمية 0V يقال أن حالة الإشارة الرقمية منخفضة أي (0) وإذاكان جهد الإشارة الرقمية +5V يقال أن حالة الإشارة الرقمية عالي أي (1)وهذا مبين بالشكل (١٠-٤)
.



الشكل (١٠-٤)

٣- الخانة البت (bit)

وهى مكان تخزين حالة إشارة رقمية واحدة إما 0 أو 1 كما بالشكل (١٠-٥) .



الشكل (١٠-٥)

٤- البايت (byte)

يتكون البايت من ثماني خانات (8 bits) يخزن فيهم حالة ثماني إشارات رقمية كما بالشكل (١٠-٦) .



الشكل (١٠-٦)

٥- الكلمة Word

تتكون الكلمة من 16 خانة (16 bits) يخزن فيها حالة 16 إشارة رقمية أي الكلمة تتكون من عدد 2 بايت .

٦- وحدات التخزين الداخلية Markers

ويطلق عليها أعلام Flags أو ريليهات داخلية Internal Control Relays وتتكون وحدة التخزين الداخلية من خانة واحدة bit ويخزن فيها حالة العمليات الوسيطة في عمليات التحكم في صورة 0 أو 1 وهذه الوحدات توجد في الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المبرمج وتأخذ وحدات التخزين الداخلية الرمز M في بعض الأجهزة والرمز F في بعض الأجهزة .

٧- النظام الثنائي Binary System

ويستخدم النظام الثنائي للتعبير عن حالة الأشياء التي تتواجد في حالتين فمثلا المصباح الكهربي عندما يضيء تكون حالته 1 بالنظام الثنائي وعندما يكون معتما تكون حالته 0بالنظام الثنائي .

٨- البوابات المنطقية Logic Gates

وهي دوائر متكاملة إلكترونية Integrated Circuits لها بعض الخواص ويمكن محاكاتها بالريليهات الكهرومغناطيسية ، فالشكل (١٠-٧) يبين بوابة AND بمدخلين S1,S2 فعند الضغط على كلا من الضواغط S1,S2 في نفس اللحظة تضيء اللمبة H1 يكون 1 عندما يكون حالة كلا من S1,S2 مساويا (1) .

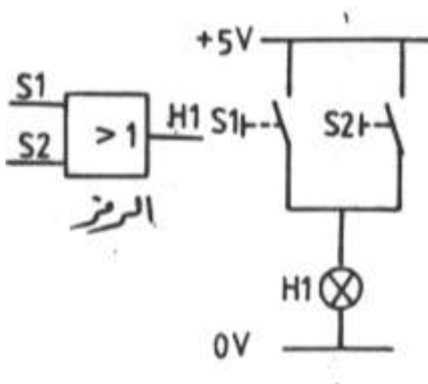
الشكل (١٠-٧)

وفيما يلي جدول الحقيقة لهذه البوابة وهو يعطى حالات المداخل المختلفة وحالة المخرج المقابلة

جدول الحقيقة

S1	S2	H
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

والشكل (١٠-٨) يبين رمز بوابة OR وطريقة محاكاتها باستخدام ضاغطين S1,S2 ولمبة بيان H1 فعند الضغط على S1 أو S2 أو كليهما تضيء لمبة البيان ويقال أن حالة H1 تكون (1) عندما يكون حالة S1 أو S2 أو كليهما (1) .



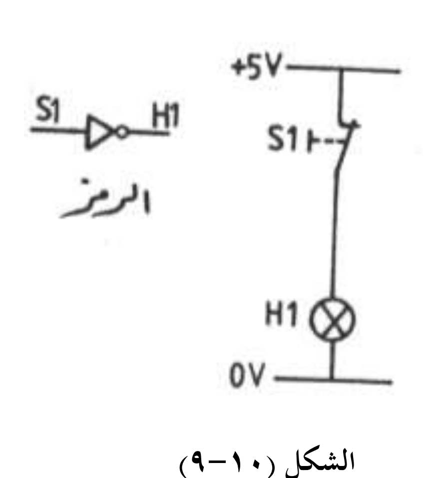
الشكل (١٠-٨)

وجدول الحقيقة لهذه البوابة كما يلي :-

جدول الحقيقة

S1	S2	H1
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

والشكل (١٠-٩) يبين رمز بوابة NOT وطريقة محاكاتها باستخدام الضاغط S1 ولمبة البيان H1 فعند الضغط على S1 تنطفئ لمبة البيان وعند إزالة الضغط عن S1 تضيء لمبة البيان أي أن حالة H1 تكون (1) عندما يكون حالة S1 مساويا (0) .



الشكل (١٠-٩)

وجدول الحقيقة لهذه البوابة كما يلي :-

جدول الحقيقة

H1	S1
1	0
0	1

١٠-٣ لغات أجهزة التحكم المبرمج

هناك نوعان من اللغات المستخدمة مع أجهزة التحكم المبرمج وهي :

١- لغات منخفضة المستوى Low Level Languages مثل

أ- **الشكل السلمي Ladder Diagram** : وهو يشبه دوائر التحكم الأمريكية حيث يحتوى على ريش مفتوحة وأخرى مغلقة وكذلك عدد من المخارج تشبه ملفات الكونتاكتورات والريليهات ولقد قامت الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج بتطوير هذه اللغة بإضافة بعض البلوكات الوظيفية مثل المؤقتات الزمنية والعدادات والساعات المبرمجة وعمليات المقارنة وعمليات الإزاحة والعمليات الحسابية والعمليات المنطقية ...الخ .

ب- **اللغة البولية Boolean Mnemonics** وتتكون هذه اللغة من عنصرين هامين وهما العملية Operation والبيانات Data على سبيل المثال LI0.0 فالعملية L أي حمل والبيانات I0.0 أي المدخل رقم 0.0 .

ج- **الشكل المنطقي CSF** وهذه اللغة تستخدم في بنائها الرموز المنطقية للبوابات وكذلك بعض البلوكات الوظيفية .

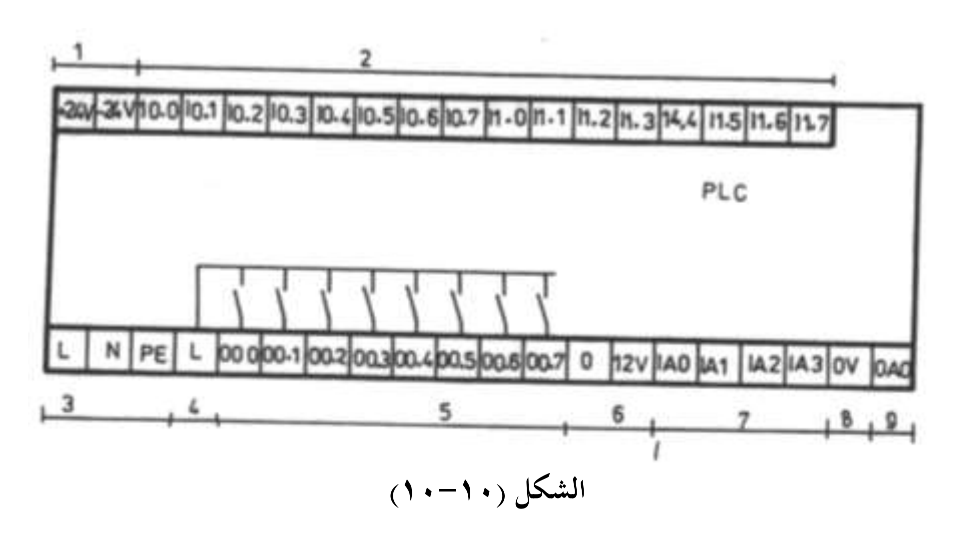
٢- لغات عالية المستوى High Level Languages وهذه اللغات تشبه في نظمها لغة البيسك Basic .

ويتراوح زمن تنفيذ أجهزة PLC للبرنامج حوالي (1 ms) لكل كيلو بايت من البرنامج علماً بأن هذا الزمن يقل كل يوم عن سابقه مع التطور التقني للمعالجات الدقيقة Microprocessors .

١٠-٤ جهاز التحكم المبرمج المستخدم في هذا الكتاب

وفي هذا الكتاب سنتعامل مع جهاز تحكم مبرمج متكامل بلغة شركة Klockner Moeller والسبب في اختياري لهذه اللغة أنها بسيطة وتحتوى على ساعات Clock يمكن استخدامها كمؤقتات إذابة الصقيع .

والشكل (١٠-١٠) يعرض المسقط الرأسي لجهاز التحكم المبرمج المتكامل الذي سنتعامل معه.



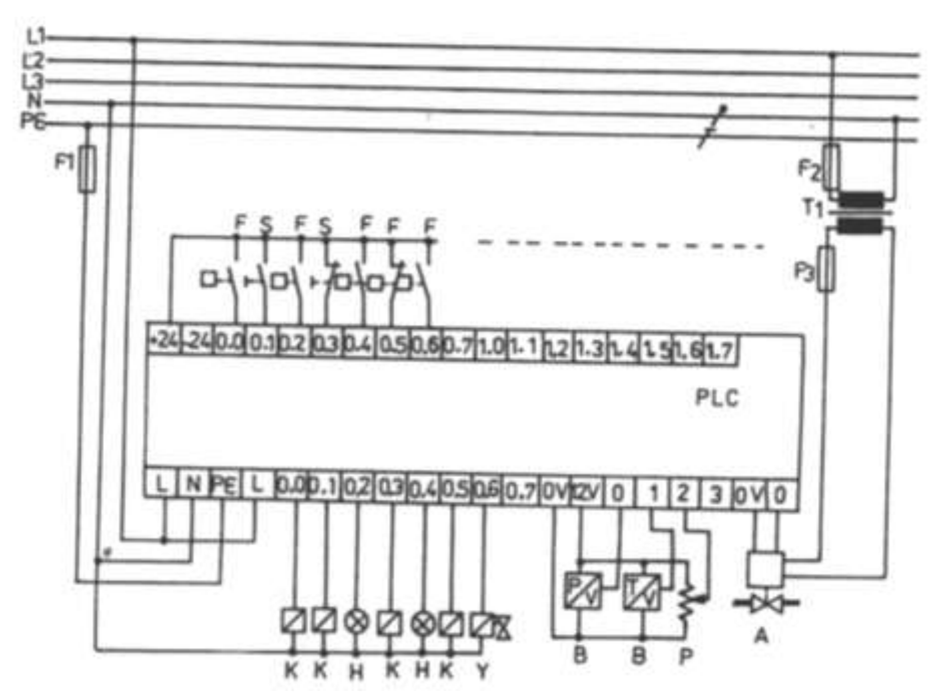
الشكل (١٠-١٠)

حيث أن :-

مصدر داخلي لتغذية المداخل بجهد +24 V	1
المداخل الرقمية للجهاز	2
مداخل توصيل بالمصدر الكهربي	3
مداخل جهد المخارج الرقمية	4
المخارج الرقمية	5
مصدر داخلي لتغذية المداخل التناظرية بجهد (0:+12 V)	6
مداخل تناظرية	7
مخرج تناظري	8,9

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تتنقل بين الصفحات.

والشكل (١٠-١١) يبين طريقة توصيل أجهزة المداخل الرقمية مع مداخل الجهاز وأجهزة المخارج الرقمية مع مخارج الجهاز الرقمية وأجهزة المداخل التناظرية مع مداخل الجهاز التناظرية وأجهزة



المخارج التناظرية مع مخارج الجهاز التناظرية وطريقة توصيل الجهاز مع المصدر الكهربي .

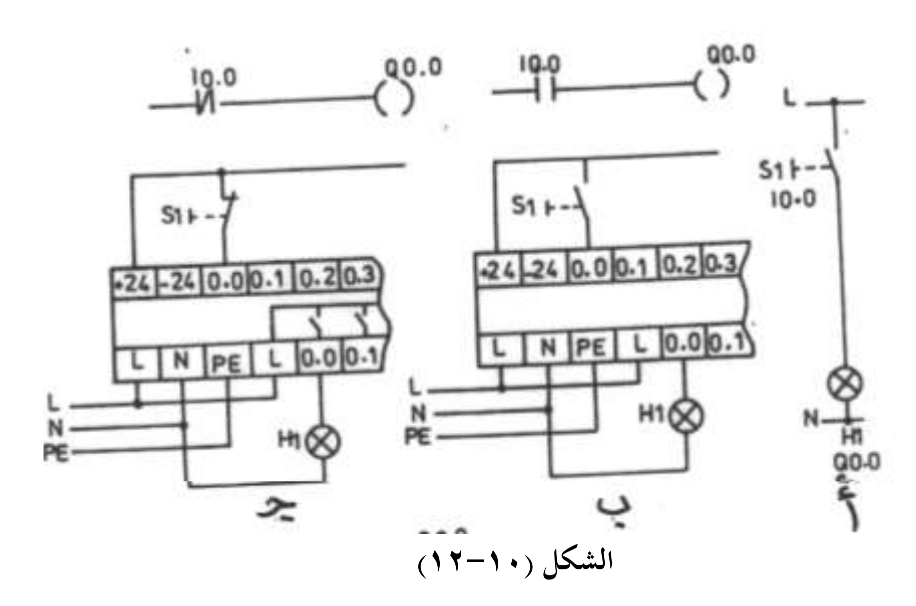
الشكل (١٠-١١)

١٠-٥ العمليات الثنائية (عمليات الريليهات)

وهى العمليات التي كانت تجرى في نظم التحكم التقليدية مثل عملية AND وعملية OR وعملية NOT .

١٠-٥-١ بوابة YES

الشكل (١٠-١٢) يبين دائرة المحاكاة التقليدية لبوابة YES (الشكل أ) والشكل السلمي المقابل ومخطط التوصيل لجهاز PLC باستخدام ضاغط بريشة مفتوحة (الشكل ب) والشكل السلمي المقابل ومخطط التوصيل لجهاز PLC باستخدام ضاغط بريشة مفتوحة (الشكل ج) .



الشكل (١٠-١٢)

أولا الشكل أ :-

يلاحظ من الشكل أ أنه عند الضغط على الضاغط S1 تضيء اللمبة H1 أي أن حالة H1 تكون (1) عندما تكون حالة S1 مساوية (1) .

ثانيا الشكل ب :-

الجدول (١٠-١) يبين البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي في الشكل (ب) .

الجدول (١٠-١)

العنوان	العملية	البيانات
000	**L**	**I0.0**
001	**=**	**Q0.0**

فعند إدخال الشكل السلمي المبين بالشكل (ب) أو البرنامج البولي المبين بالجدول وتوصيل جهاز PLC كما هو مبين بالشكل (ب) وعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية 1 للمدخل I0.0 فتنعكس حالة الريش I0.0 في الشكل السلمي ويكتمل مسار تيار Q0.0 ومن ثم يخرج جهاز PLC جهدا مساويا لجهد المصدر على المخرج Q0.0 فتضيء لمبة البيان H1 والعكس صحيح عند إزالة الضغط عن الضاغط اليدوي S1 .

ثالثا الشكل ج :-

الجدول (١٠-٢) يبين البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي في الشكل ج .

الجدول (١٠-٢)

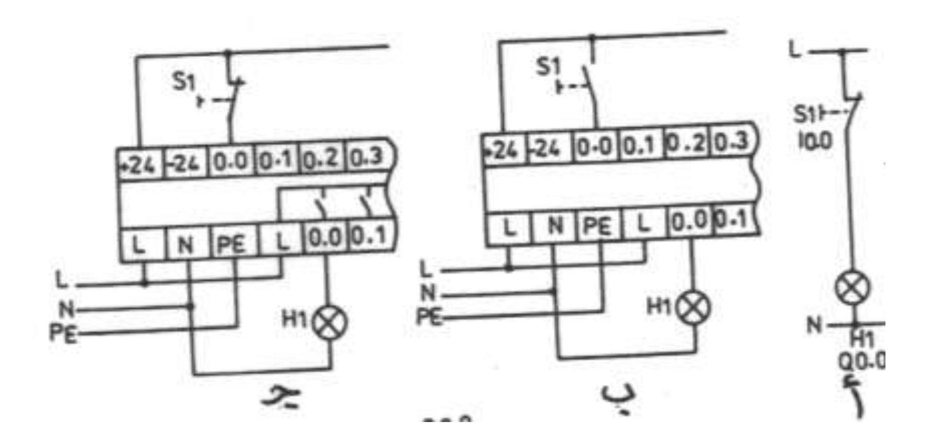
البيانات	العملية	العنوأن
I0.0	**LN**	**000**
Q0.0	**=**	**001**

فعند إدخال الشكل السلمي المبين بالشكل ج أو البرنامج البولي المبين بالجدول وتوصيل جهاز PLC كما هو مبين بالشكل ج ففي الوضع الطبيعي تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 لأن الريشة S1 الموصلة بالجهاز مغلقة وبالتالي تنعكس حالة ريش I0.0 في الشكل السلمي فتفتح الريشة I0.0 ومن ثم ينقطع مسار تيار Q0.0 ويصبح خرج جهاز PLC على المخرج Q0.0 مساويا 0 V .

وعند الضغط على الضاغط S1 تفتح ريشة الضاغط الموصلة بالجهاز وبالتالي تصل إشارة 0 إلى المدخل I0.0 ومن ثم تظل جميع ريش I0.0 في الشكل السلمي كما هي وبالتالي يكتمل مسار تيار المخرج Q0.0 ويصبح خرج جهاز PLC على المخرج Q0.0 مساويا لجهد المصدر وتضيء لمبة البيان H1 ومن ذلك يتضح مرونة جهاز PLC عن دوائر التحكم التقليدية حيث يمكنا تنفيذ بوابة YES باستخدام ريشة مفتوحة مرة وريشة مغلقة مرة أخرى مع التغيير فقط في الشكل السلمي .

١٠-٥-٢ بوابة NOT

الشكل (١٠-١٣) يبين دائرة المحاكاة التقليدية بوابة NOT (الشكل أ) والشكل السلمي المقابل ومخطط توصيل جهاز PLC باستخدام ضاغط بريشة مفتوحة (الشكل ب) والشكل السلمي المقابل ومخطط توصيل جهاز PLC باستخدام ضاغط بريشة مغلقة (الشكل ج) .



الشكل (١٠-١٣)

أولا (الشكل أ)

يلاحظ من الشكل (أ) أن اللمبة H1 تضيء في الوضع الطبيعي وتنطفئ عند الضغط على الضاغط S1 أي أن H1 تكون (1) عندما تكون حالة S1 مساوية (0) .

ثانيا (الشكل ب)

الجدول (١٠-٣) يبين البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي في الشكل (ب) .

الجدول (١٠-٣)

العنوان	العملية	البيانات
000	**LN**	**I0.0**
001	**=**	**Q0.0**

فعند إدخال الشكل السلمي المبين بالشكل (ب) أو البرنامج البولي المبين بالجدول إلي جهاز PLC تبعا لإمكانيات جهاز البرمجة في إدخال برنامج بولي أو شكل سلمي ثم توصيل جهاز PLC كما هو مبين بالشكل (ب) ، وعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية إلي المدخل I0.0 فتنعكس حالة الريش I0.0 في الشكل السلمي فتفتح الريشة I0.0 وينقطع مسار تيار Q0.0 مساويا (0) وبالتالي يكون خرج جهاز PLC على المخرج Q0.0 مساويا 0 V ولا تضيء لمبة البيان H1 .

إما عند إزالة الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة منخفضة للمدخل I0.0 فتظل حالة ريش I0.0 في الشكل السلمي كما هي فيكتمل مسار تيار Q0.0 ومن ثم يخرج جهاز PLC جهدا مساويا لجهد المصدر على المخرج Q0.0 وتضيء لمبة البيان H1 .

ثالثا (الشكل ج)

الجدول (١٠-٤) يبين البرنامج المقابل للشكل السلمي في الشكل ج .

الجدول (١٠-٤)

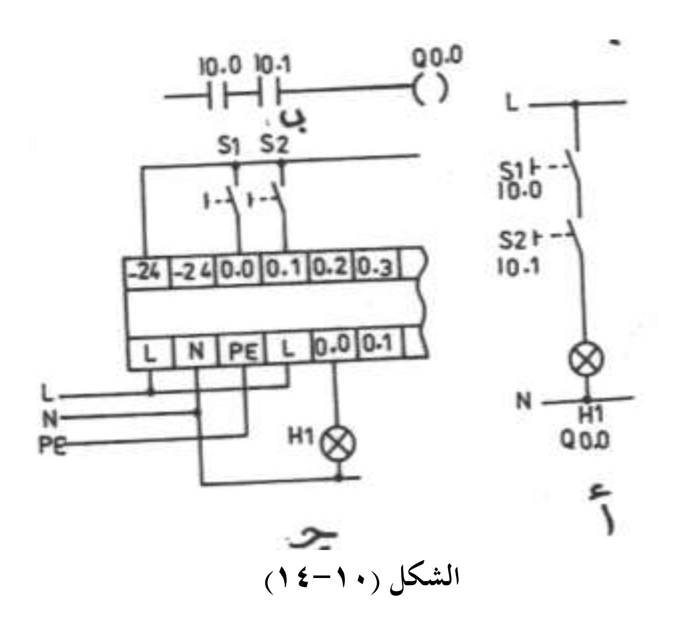
البيانات	العملية	العنوان
I0.0	**L**	**000**
Q0.0	**=**	**001**

فعند إدخال الشكل السلمي المبين بالشكل (ج) أو البرنامج البولي المبين بالجدول إلي جهاز PLC وتوصيل جهاز PLC كما هو مبين بالشكل (ج) ففي الوضع الطبيعي تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 لأن الريشة S1 الموصلة بجهاز PLC مغلقة وبالتالي تنعكس حالة ريش I0.0 في الشكل السلمي فتغلق الريشة I0.0 ويكتمل مسار تيار Q0.0 وبالتالي يكون خرج جهاز PLC على المدخل Q0.0 مساويا لجهد المصدر وتضيء لمبة البيان H1 .

وعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة منخفضة للمدخل I0.0 فتظل الريش I0.0 كما هي في الشكل وينقطع مسار تيار المخرج Q0.0 ومن ثم يصبح خرج جهاز PLC على المخرج Q0.0 مساويا 0 V وتنطفئ لمبة البيان H1 .

١٠-٥-٣ بوابة AND

الشكل (١٠-١٤) يبين دائرة المحاكاة التقليدية لبوابة AND بمدخلين (الشكل أ) والشكل السلمي (الشكل ب) ومخطط توصيل جهاز PLC باستخدام ضاغط بريش مفتوحة (الشكل ج)



الشكل (١٠-١٤)

والجدول (١٠-٥) يبين البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي المبين بالشكل (ب) .

الجدول (١٠-٥)

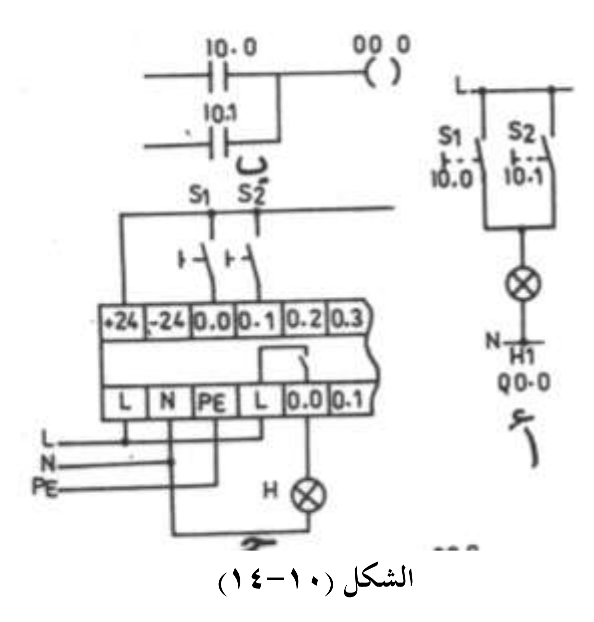
العنوان	العملية	البيانات
000	L	I0.0
001	A	I0.1
002	=	Q0.0

فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية (1) للمدخل I0.0 وتنعكس حالة الريشة I0.0 في الشكل السلمي وكذلك عند الضغط على S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فتنعكس حالة الريشة I0.1 في الشكل السلمي ومن ثم يكتمل مسار Q0.0 وتصبح حالته عالية (1) وبالتالي يصبح خرج جهاز PLC على المخرج Q0.0 مساويا جهد المصدر الكهربي وتضيء اللمبة H1 .

١٠-٥-٤ بوابة OR

الشكل (١٠-١٥) يبين دائرة المحاكاة التقليدية بوابة OR بمدخلين (الشكل أ) والشكل السلمي (الشكل ب) ومخطط توصيل جهاز PLC باستخدام ضاغط بريشة مفتوحة (الشكل ج) .

والجدول (١٠-٦) يبين البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي المبين بالشكل ب .



الشكل (١٠-١٤)

الجدول (١٠-٦)

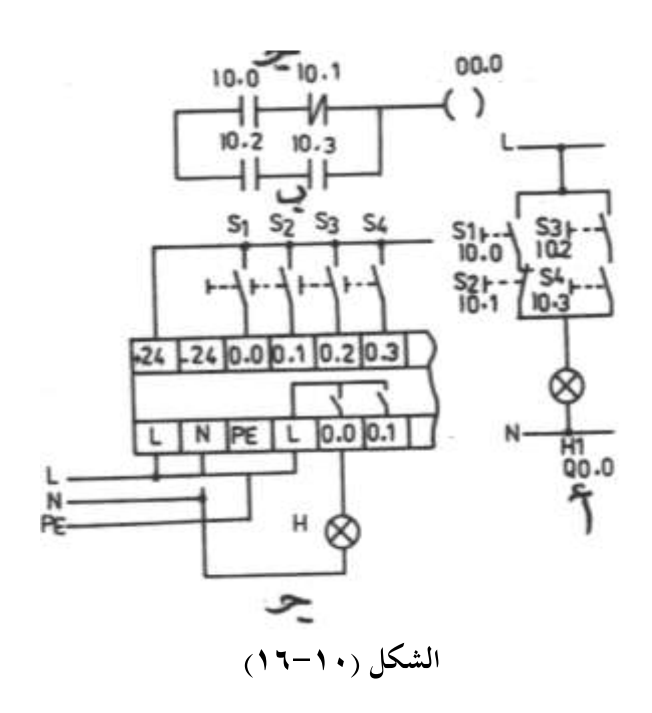
العنوان	العملية	البيانات
000	L	I0.0
001	O	I0.1
002	=	Q0.0

فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فتنعكس حالة الريشة I0.0 في الشكل السلمي فيكتمل مسار Q0.0 ومن ثم تضيء لمبة البيان H1 وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فتنعكس حالة الريشةI0.1 في الشكل السلمي ويكتمل مسار تيار Q0.0 ومن ثم تضيء لمبة البيان H1 .

وعند الضغط على كلا من S1,S2 تصل إشارة عالية لكلا من I0.1 , I0.0 فتنعكس حالة ريشتهما في الشكل السلمي ويكتمل مسار تيار Q0.0 وتضيء لمبة البيان H1 .

١٠-٥-٥ بوابتين AND وبوابة OR

الشكل (١٠-١٦) يبين دائرة المحاكاة التقليدية لبوابتين AND وبوابة OR (الشكل أ) والشكل السلمي المقابل (الشكل ب) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام أربعة ضواغط بريش مفتوحة S1 : S4 (الشكل ج) .



الشكل (١٠-١٦)

والجدول (١٠-٧) يعرض البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي المبين بالشكل ب .

الجدول (١٠-٧)

العنوان	العملية	البيانات
000	L	I0.0
001	AN	I0.1
002	L	I0.2
003	A	I0.3
004	O	
005	=	Q0.0

ويلاحظ أننا استخدمنا أربع ضواغط بريش مفتوحة عند التوصيل مع جهاز PLC في حين أنه في دائرة المحاكاة التقليدية فإن ريشة S2 مغلقة والسبب في ذلك مرونة جهاز PLC وهناك ثلاثة حالات مختلفة لإضاءة لمبة البيان H1 وهم كما يلي :-

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

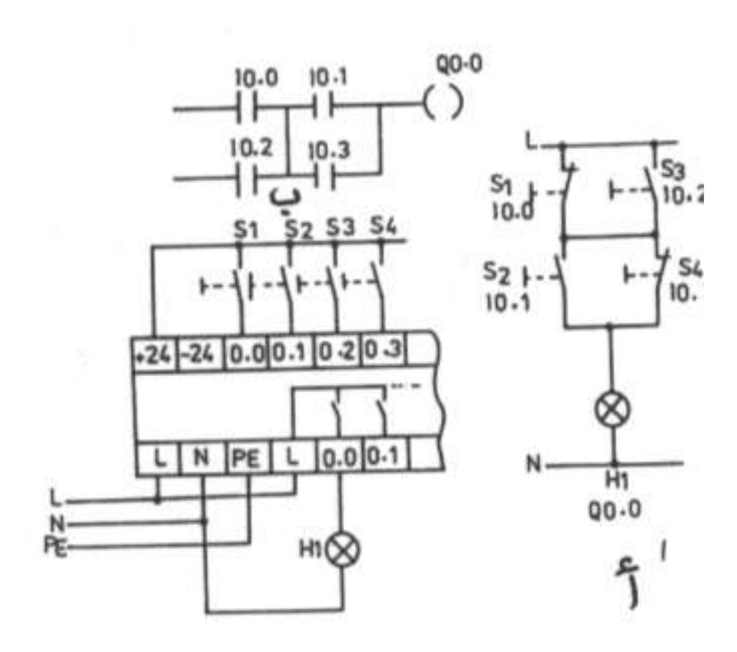
١- الضغط على الضاغط S1 فتصل إشارة عالية للمدخل I0.0 وتنعكس حالة الريشة I0.0 ويكتمل مسار Q0.0 وتضيء لمبة البيان H1 .

٢- الضغط على الضاغط S3 , S4 فتصل إشارة عالية للمداخل I0.2 , I0.3 وتنعكس حالة الريش I0.2 , I0.3 في الشكل السلمي ويكتمل مسار تيار Q0.0 وتضيء لمبة البيان H1

٣- الضغط على الضواغط S1 , S3 , S4 فتصل إشارة عالية للمداخل I0.0 , I0.2 , I0.3 وتنعكس حالة الريش I0.0 , I0.2 , I0.3 في الشكل السلمي ويكتمل مسار تيار Q0.0 وتضيء لمبة البيان H1 .

١٠-٥-٦ بوابتين OR وبوابة AND

الشكل (١٠-١٧) يبين دائرة المحاكاة التقليدية لبوابتين OR وبوابة AND (الشكل أ) والشكل السلمي المقابل (الشكل ب) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام أربعة ضواغط مفتوحة S1 S4 (الشكل ج) .



الشكل (١٠-١٧)

والجدول (١٠-٨) يعرض البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي المبين بالشكل ب .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الجدول (١٠-٨)

العنوان	العملية	البيانات
000	L	I0.0
001	O	I0.2
002	L	I0.1
003	O	I0.3
004	A	
005	=	Q0.0

الشكل (١٠-١٧)

وهناك تسع حالات مختلفة لإضاءة لمبة البيان H1 وهم كما يلي :

١- الضغط على الضواغط S1 , S2 .

٢- الضغط على الضواغط S3 , S4 .

٣- الضغط على الضواغط S1 , S4 .

٤- الضغط على الضواغط S3 , S2 .

٥- الضغط على الضواغط S1 , S3 , S4 .

٦- الضغط على الضواغط S3 , S1 , S2 .

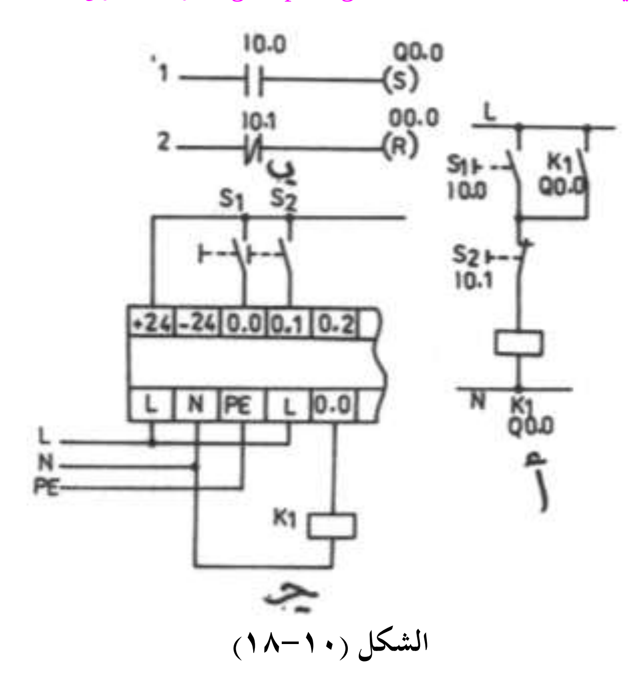
٧- الضغط على الضواغط S2 , S3 , S4 .

٨- الضغط على الضواغط S4 , S1 , S2 .

٩- الضغط على الضواغط S1 , S2 , S3 , S4 .

١٠-٥-٧ القلاب R-S ذو الأفضلية للتحرير

الشكل (١٠-١٨) يبين دائرة المحاكاة التقليدية لقلاب R-S (الشكل أ) والشكل السلمي المقابل (الشكل ب) ومخطط التوصيل مع PLC (الشكل ج) .



الشكل (١٠-١٨)

والجدول (١٠-٩) يعرض البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي المبين بالشكل ب .

الجدول (١٠-٩)

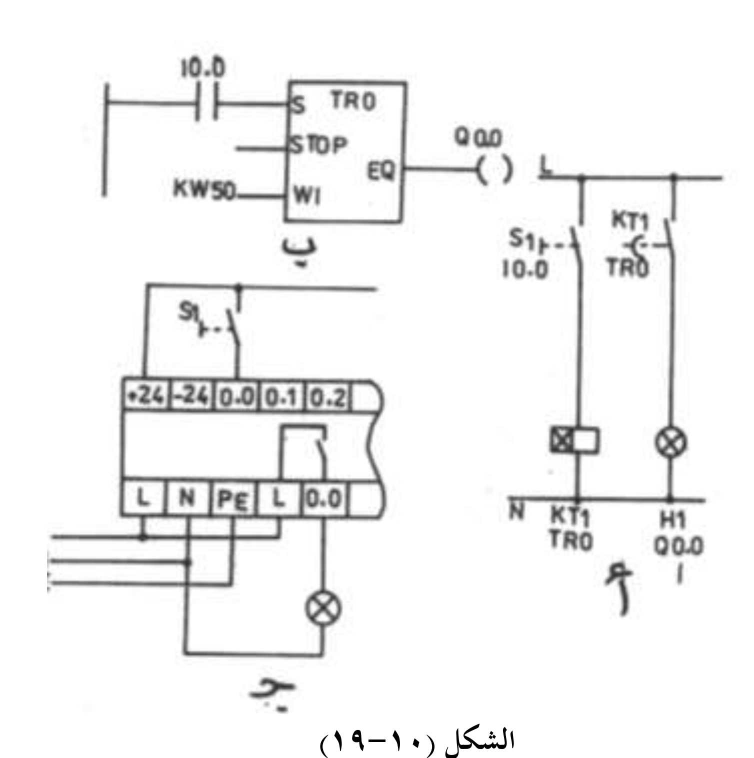
العنوان	العملية	البيانات
000	**L**	**I0.0**
001	**S**	**Q0.0**
002	**L**	**I0.1**
003	**R**	**Q0.0**

فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 ويحدث إمساك (S) لمخرج Q0.0 وتظل حالته عالية حتى بعد إزالة الضغط عن S1 ووصول إشارة 0 للمدخل I0.0 وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فيكتمل مسار تحرير (R) للمخرج Q0.0 وتصبح حالة هذا المخرج 0 وتظل على هذه الحالة حتى بعد إزالة الضغط عن S2 ووصول إشارة 0 للمدخل I0.1. وعند الضغط على كلا من S2 , S1 معا فإن الأفضلية ستكون لمدخل التحرير أي تصبح حالة Q0.0 منخفضة أي يحدث تحرير (R) للمخرج Q0.0 .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

١٠-٦ المؤقتات الزمنية   Timers

الشكل (١٠-١٩) يعرض دائرة التحكم التقليدية لمؤقت يؤخر عند التوصيل (الشكل أ) والشكل السلمي المقابل (الشكل ب) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل ج) .



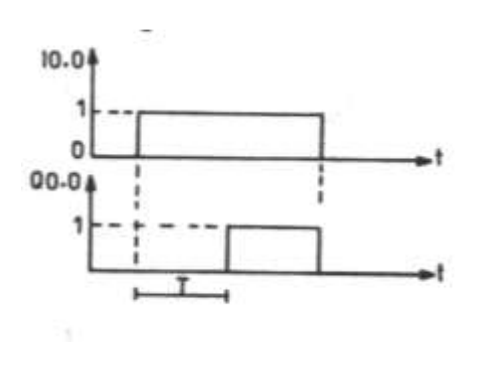
الشكل (١٠-١٩)

والجدول (١٠-١٠) يعرض البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي السابق .

الجدول (١٠-١٠)

العنوان	العملية	البيانات
000	TR	Ø
001	* S :	I0.0
002	* STP	Y
003	* IW	KW50
004	* EQ	Q0.0

والشكل (١٠-٢٠) يعرض المخطط الزمني لتشغيل المؤقت Ø TR ويلاحظ من المخطط الزمني أنه عندما تكون حالة المدخل I0.0 عالية (1) وذلك عند الضغط على الضاغط S1 فإن حالة المخرج Q0.0 تكون عالية بعد تأخير زمني مقداره T والذي يساوي في هذه الحالة T = 50/10= 5 S ومن ثم تضيء لمبة البيان H1 .



الشكل (١٠-٢٠)

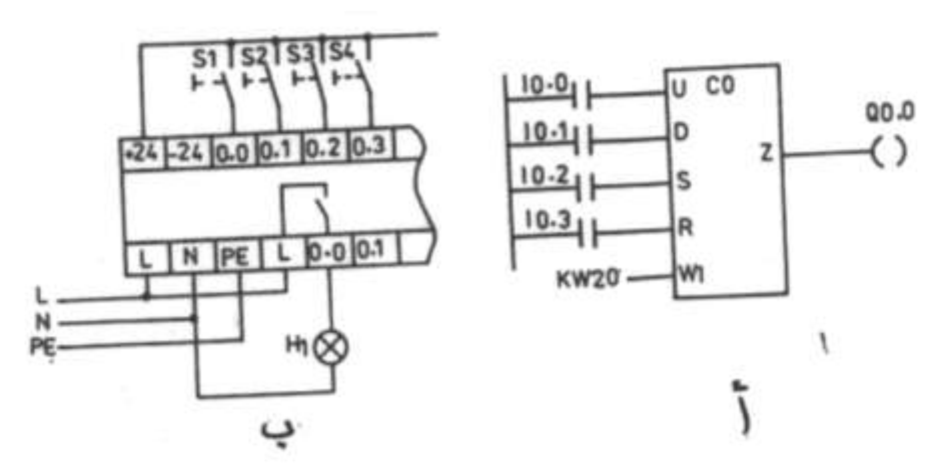
وعندما تصبح حالة المدخل I0.0 منخفضة (0) وذلك بإزالة الضغط عن الضاغط S1 فإن حالة المخرج Q0.0 تصبح منخفضة وتنطفيء لمبة البيان H1 .

والجدير بالذكر أن زمن المؤقتات الزمنية يساوى ثابت الزمن مقسوما على 10 فمثلا KW550 تعني 55 sec) ثأنية) وأقصى زمن متاح هو (6553.5 S) ويلاحظ أن للمؤقت ثلاثة مداخل وهم:

مدخل التشغيل	S
مدخل التحرير	STOP
ثابت الزمن	WI
وللمؤقت مخرج وهو المخرج	EQ

١٠-٧ العدادات Counters

الشكل (١٠-٢١) يعرض الشكل السلمي لعداد ومخطط التوصيل مع جهاز PLC، والجدير بالذكر أن الأعداد التي يمكن عدها بالعداد تتراوح ما بين (0 : 65535) .



الشكل (١٠-٢١)

والجدول (١٠-١١) يبين البرنامج البولي المقابل للشكل السلمي السابق .

الجدول (١٠-١١)

العنوان	العملية	البيانات
000	**C**	**Ø**
001	*** U :**	**I0.0**
002	*** D :**	**I0.1**
003	*** S :**	**I0.2**
004	*** R :**	**I0.3**
005	*** IW :**	**KW5**
006	*** Z :**	**Q0.0**

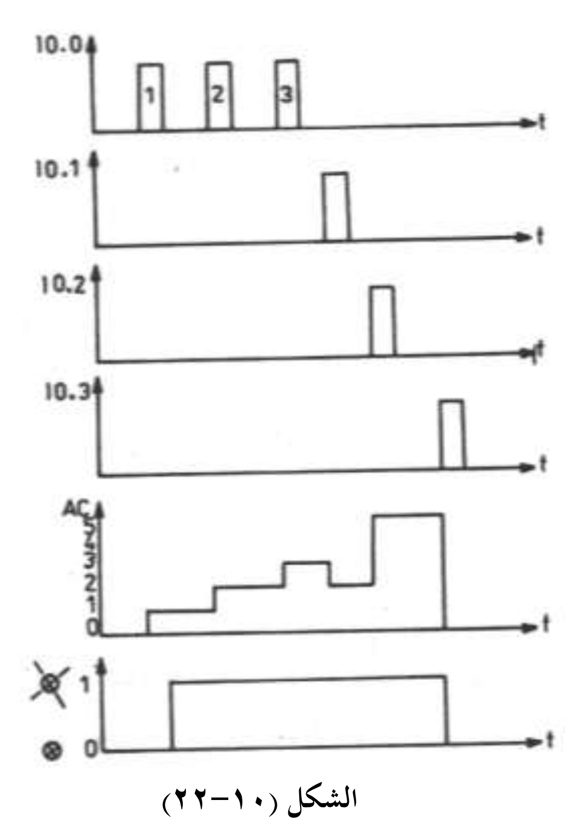
والمخطط الزمني لهذا العداد مبين بالشكل (١٠-٢٢) يبين العلاقة الزمنية بين المدخل التصاعدي I0.0 والمدخل التنازلي I0.1 ومدخل التحميل I0.2 ومدخل التحرير (التصفير) I0.3 والعدد المتراكم في العداد AC وحالة مخرج العداد Q0.0 علما بأن :

مدخل العداد التصاعدي U

مدخل العداد التنازلي D

مدخل تحميل العداد	S
مدخل تحرير (تصفير) العداد	R
مدخل ثابت العداد	IW
مخرج خانة واحدة للعداد	Z
مخرج ثابت للعداد	QW

وفي هذه الحالة فإن ثابت العداد يساوى KW5 أي العدد 5 ، ومن المخطط الزمني يلاحظ أنه عند وصول ثلاثة نبضات للمدخل التصاعدي I0.0 (وذلك بالضغط على S1 ثلاثة مرات) يصبح العدد المحمل به العداد AC مساويا 3 وعند وصول نبضة للمدخل التنازلي I0.1 (وذلك بالضغط على S2 مرة واحدة) يصبح العدد المحمل بـه العداد AC مساويا 2 وعند وصول نبضة لمدخل الإمساك I0.2 (وذلك بالضغط على الضاغط S3) يحمل العداد بالثابت KW5 أي العدد (5) .



الشكل (١٠-٢٢)

وعند وصول نبضة لمدخل التحرير I0.3 (بالضغط على الضاغط S4) يصبح العدد المحمل به العداد AC مساويا 0 .

والجدير بالذكر أن خرج العداد Q0.0 يكون عاليا (1) إذا كان العدد المتراكم في العداد AC أكبر من 0 .

١٠-٨ الساعة المبرمجة Programmable Clock

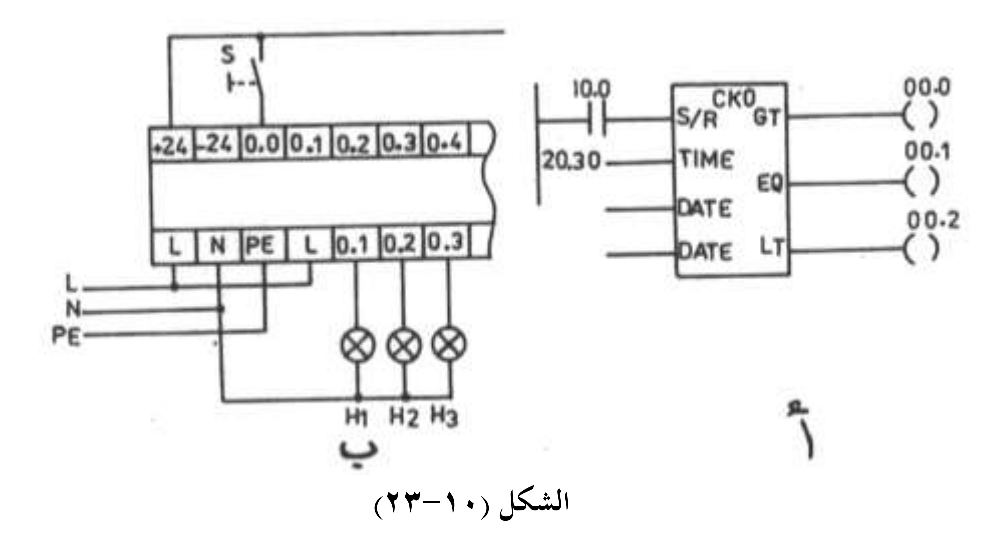
يوجد للساعة المبرمجة ثلاثة مخارج (خانة واحدة) وهى كالآتي :-

المخرج الأول (مخرج أكبر من GT) ويكون حالته 1 عندما يكون الزمن المعاير عليه الساعة أكبر من الزمن الحقيقي في الساعات الخارجية .

المخرج الثاني (مخرج يساوى EQ) وتكون حالته 1 عندما يكون الزمن المعاير عليه الساعة مساويا الزمن الحقيقي ويستمر كذلك لمدة دقيقة كاملة لأن زمن أساس الساعة هو الدقيقة .

المخرج الثالث (مخرج أصغر من LT) ويكون حالته 1 عندما يكون الزمن المعاير عليه الساعة أصغر من الزمن الحقيقي .

والشكل (١٠-٢٣) يعرض الشكل السلمي للساعة ومخطط توصيل جهاز PLC .



الشكل (١٠-٢٣)

والجدول (١٠-١٢) يعرض البرنامج البولي للساعة المبرمجة .

الجدول (١٠-١٢)

العنوان	العملية	البيانات
000	CK Ø	
001	* S :	I0.0
002	* TIME:	20.3
003	* DAY:	6
004	* DATE:	8.25
005	* GT :	Q0.0
006	* EQ :	Q0.1
007	* LT :	Q0.2

وفيما يلي المداخل المختلفة للساعة المبرمجة :-

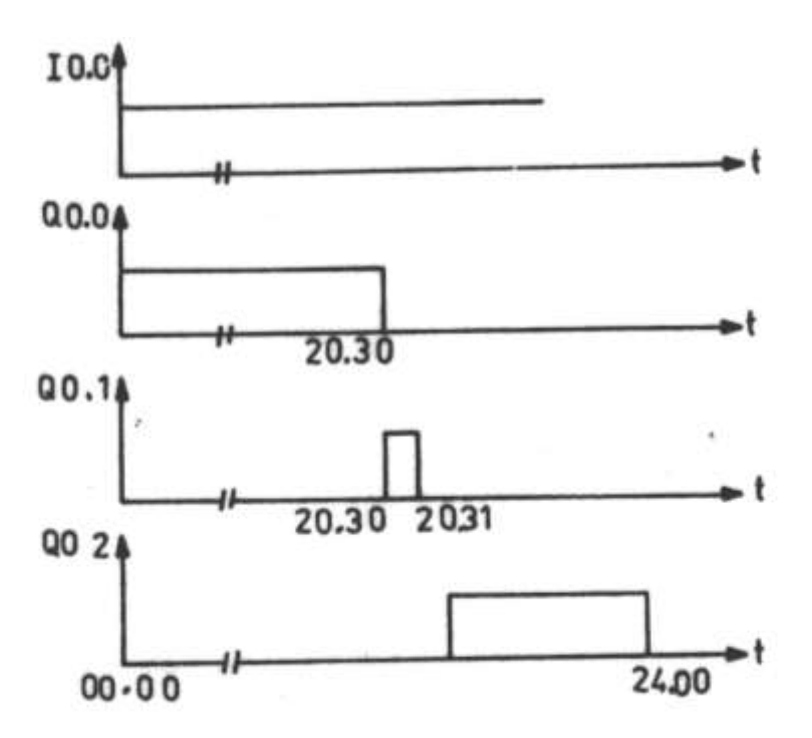
مدخل التشغيل والفصل S/R

مدخل الزمن TIME

مدخل اليوم DAY

مدخل التاريخ DATE

والشكل (١٠-٢٤) يعرض المخطط الزمني لهذه الساعة ففي يوم الخميس الموافق 25 شهر 8 تكون حالة Q0.0 عالية من الساعة 00.00 (الثانية عشر مساءا) إلى الساعة 20.30 (الثامنة والنصف مساءا) في حين يكون حالة المخرج Q0.1 عالية من الساعة 20.30 (الثامنة والنصف مساءا) إلى الساعة 20.31 (الثامنة وواحد وثلاثون دقيقة مساءا) ويكون حالة المخرج Q0.2 عالية من الساعة 20.31 إلى الساعة 00.00 (الثانية عشر مساءا) .



الشكل (١٠-٢٤)

١٠-٩ العمليات التناظرية Analog Operations

يتواجد بالجهاز الذى نستخدمه في هذا الكتاب ثلاثة مداخل تناظرية ومخرج تناظري واحد ويتراوح جهد المداخل التناظرية ما بين 0 :10 V وجهد المخرج التناظري يتراوح ما بين 0:10V .

ومن المعلوم أن جهاز PLC هو جهاز تحكم رقمي لا يستطيع التعامل مع الكميات التناظرية لذلك فهو يعمل على تحويل المداخل التناظرية إلى كميات رقمية مكافئة باستخدام محول كميات تناظرية إلى كميات رقمية (A/D) وكذلك يعمل على تحويل المخارج الرقمية إلى تناظرية باستخدام محول كميات رقمية إلى تناظرية (D/A) وهذه المحولات تكون داخل جهاز PLC وبخصوص جهاز PLC الذي نتعامل معه فإن كل واحد رقمي يعادل (40 mV) فمثلا عند إدخال جهد مقداره 6V على المدخل التناظري IA0.0 فإن هذا الجهد يتحول داخليا إلى الرقم العشري X والذي يساوى

$$6/X = 40 * 10^{-3}/1$$

$$X = 6/40 * 10^{-3} = 150$$

مثال :-

```
L      IA0.0
=      MB0.0
L      MB0.0
=      QB0.0
```

يعنى هذا أنقل الكمية التناظرية المخلة من المدخل التناظري IA0.0 إلى بايت الذاكرة MB0.0 ثم أنقل محتويات بايت الذاكرة MBO إلى المخرج التناظري QB0.0 .

١٠-١٠ العمليات الحسابية Arithmetic Operation

أن أجهزة التحكم المبرمج التي نتعامل معها في هذا الكتاب تتعامل مع الأعداد بالنظام الثنائي حيث يمكن الأعداد التي تتراوح ما بين (255 : 0)في صورة بايت مثل KB 255 والأعداد التي تتراوح ما بين (65535 : 0) في صورة كلمة مثل Kw 65535 وسوف نتناول في هذه الفقرة أهم العمليات الحسابية .

أولا عملية الجمع :-

مثال :- مطلوب عمل عملية جمع بايت المداخل IB0.0 مع الثابت العشري KB 100 والناتج ينقل لبايت المخارج QB0.0 .

```
L      IB0.0
ADD    KB100
=      QB0.0
```

فإذا ادخل على البايت IB0.0 العدد 40 بالطريقة المبينة بالجدول (١٠-١٣)

الجدول (١٠-١٣)

المدخل	I0.0	I0.1	I0.2	I0.3	I0.4	I0.5	I0.6	I0.7
رتبة المدخل	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7
حالة المدخل	0	0	0	1	0	1	0	0

حيث أن العدد المدخل على البايت IB0.0 يساوى مجموع حاصل ضرب حالة المداخل والرتبة أي أن :-

$$Xi = 0 * 2^0 + 0 * 2^1 + 0 * 2^2 + 0 * 2^3 + 0 * 2^4 + 0 * 2^5 + 0 * 2^6 + 0 * 2^7$$

$$= 0 + 0 + 0 + 8 + 0 + 32 + 0 + 0 = 40$$

حيث أن X1 هو المكافئ العشري للعدد المدخل من البايت IB0.0 .

فيكون ناتج عملية الجمع ADD تساوى 140 وتكون حالة بايت المخارج QB0.0 كما بالجدول (١٠-١٤) .

الجدول (١٠-١٤)

المخرج	Q0.0	Q0.1	Q0.2	Q0.3	Q0.4	Q0.5	Q0.6	Q0.7
رتبة المخارج	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7
حالة المخارج	0	0	1	1	0	0	0	1

حيث أن العدد الذى يخرج على بايت المخارج QB0.0 يعادل العدد العشري Xo التالي

$$Xo = 0 * 2^0 + 0 * 2^1 + 1 * 2^2 + 1 * 2^3 + 1 * 2^4 + 1 * 2^5 + 1 * 2^6 + 1 * 2^7$$

$$= 0 + 0 + 4 + 8 + 0 + 0 + 0 + 128$$

$$= 140$$

ثانيا عملية الطرح :-

مثال :-

مطلوب طرح العدد الثابت KB100 من العدد المدخل على بايت المداخل IB0.0 والناتج ينقل إلى بايت المخارج QB0.0 .

```
L       IB0.0
SUB     KB100
=       QB0.0
```

فإذا كان العدد المدخل على البايت IB0.0 يساوى 150 يصبح ناتج الطرح SUB مساويا 50 .

ثالثا الضرب :-

مثال :-

مطلوب ضرب العدد المدخل على البايت IB0.0 مع الثابت KB10 والناتج ينقل إلى بايت المخارج QB0.0

```
L       IB0.0
MUL     KB10
```

= QB0.0

فإذا كان العدد المدخل على البايت IB0.0 يساوى 11 يصبح ناتج الضرب MUL مساويا 110 .

رابعا القسمة:-

مثال :-

مطلوب قسمة العدد المدخل على البايت IB0.0 على الثابت KB2 والناتج ينقل إلى بايت المخارج QB0.0 .

```
L      IB0.0
DIV    KB2
=      QB0.0
```

فإذا كان العدد المدخل على البايت IB0.0 يساوى 100 يصبح ناتج القسمة مساويا 50 .

والجدير بالذكر أن جهاز PLC مزود بعدد من مسجلات الحالة وهم كما يلي :-

أ- خانة لحالة الباقي (COV) .

ب- خانة للحالة الموجبة للناتج (CP) .

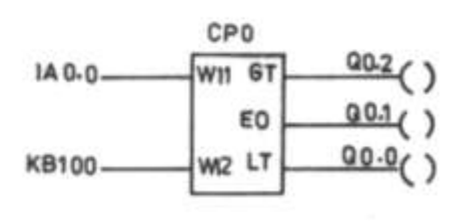
ج- خانة للحالة السالبة للناتج (CN) .

فإذا كان ناتج العملية الحسابية أكبر من 255 في حالة خرج بايت أو أكبر من (65535) في حالة خرج كلمة تصبح حالة مسجل خانة الباقي (COV) عاليا ، وإذا كان ناتج العمليات الحسابية موجبا تصبح حالة مسجل الحالة الموجبة (CP) عاليا ، وإذا كان ناتج العمليات الحسابية سالبا يصبح حالة مسجل الحالة السالبة للناتج (CN) .

١٠-١١ عمليات المقارنة

يمكن إجراء عمليات مقارنة بين أي عددين بأكبر من أو أصغر أو يساوى والأعداد التي يمكن مقارنتها معا تتراوح ما بين 65535 : 0 .

والشكل (١٠-٢٥) يعرض الشكل السلمي لمقارنة بين المدخل التناظري IA0.0 والعدد 100



الشكل (١٠-٢٥)

والجدول (١٠-١٥) يعرض البرنامج البولي لعملية المقارنة

الجدول (١٠-١٥)

العنوان	العملية	البيانات
000	CP Ø	
001	*I 1W :	IA0.0
002	* I 2W :	KB100
003	*LT :	Q0.0
004	* EQ :	Q0.1
005	* GT :	Q0.2

فهناك ثلاثة احتمالات للقيمة التناظرية المدخلة من المدخل التناظري IA0.0 وهي كما يلي :-

مكافئها الرقمي < 100 فيصبح حالة المخرج Q0.0 عالية .

مكافئها الرقمي = 100 فيصبح حالة المخرج Q0.1 عالية .

مكافئها الرقمي > 100 فيصبح حالة المخرج Q0.2 عالية .

الباب الحادي عشر

تطبيقات على تقنيات التحكم في أنظمة التبريد

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

تطبيقات على تقنيات التحكم في أنظمة التبريد

١١-١ ثلاجة منزلية خالية من الثلج

الشكل (١١-١) يعرض الدائرة الكهربية لثلاجة بجانبين خالية من الثلج ومزودة بموزع ماء وثلج.

حيث أن :

مفتاح موزع الثلج	SW	جهاز صناعة الثلج	IM
لمبة إضاءة موزع الماء والثلج	LA1	مفتاح باب الثلاجة	DSW1
سخان موزع الماء والثلج	H1	لمبة إضاءة الثلاجة	LA2
مفتاح موزع الثلج	ISW	مفتاح باب الفريزر	DSW2
محرك بريمة موزع الثلج	MA	لمبة إضاءة الفريزر	LA3
مفتاح موزع الماء	WSW	سخان تصريف الماء	H2
صمام الماء البارد لموزع الماء	WSV1	سخان ثرموستات الدامبر	H3
صمام الماء العمومي لجهاز صناعة الثلج	WSV2	سخان ثرموستات الدامبر	H3
مؤقت إذابة الصقيع	TM	محرك مروحة المكثف	MF2
سخان إذابة الصقيع	H2	عنصر حماية الضاغط من زيادة الحمل	MP
ثرموستات إذابة الصقيع	TH2	محرك الضاغط	MC
محرك مروحة الفريزر	MF1	ريلاى بدء الضاغط	PTC
مكثف دوران الضاغط	C	فيشة التيار الكهربي	P

نظرية التشغيل :-

عند توصيل التيار الكهربي للثلاجة وعندما تكون درجة حرارة الفريزر مرتفعة عن القيمة المعاير عليها الثرموستات TH1 يكتمل مسار تيار كلا من محرك مؤقت إذابة الصقيع وكذلك يكتمل مسار تيار محرك مروحة الفريزر MF1 ومروحة المكثف MF2 ومحرك الضاغط MC وتعمل دورة التبريد بصورة طبيعية ، وبعد ثماني ساعات تشغيل للضاغط يتغير وضع الريشة القلاب للمؤقت فتغلق الريشة TM/1-2 فتتوقف مروحة الفريزر MF1 ومروحة المكثف MF2 ومحرك الضاغط MC ويكتمل مسار تيار سخان إذابة الصقيع H4 ، وعندما تصبح درجة حرارة المبخر $13^{o}C$ تفتح ريشة

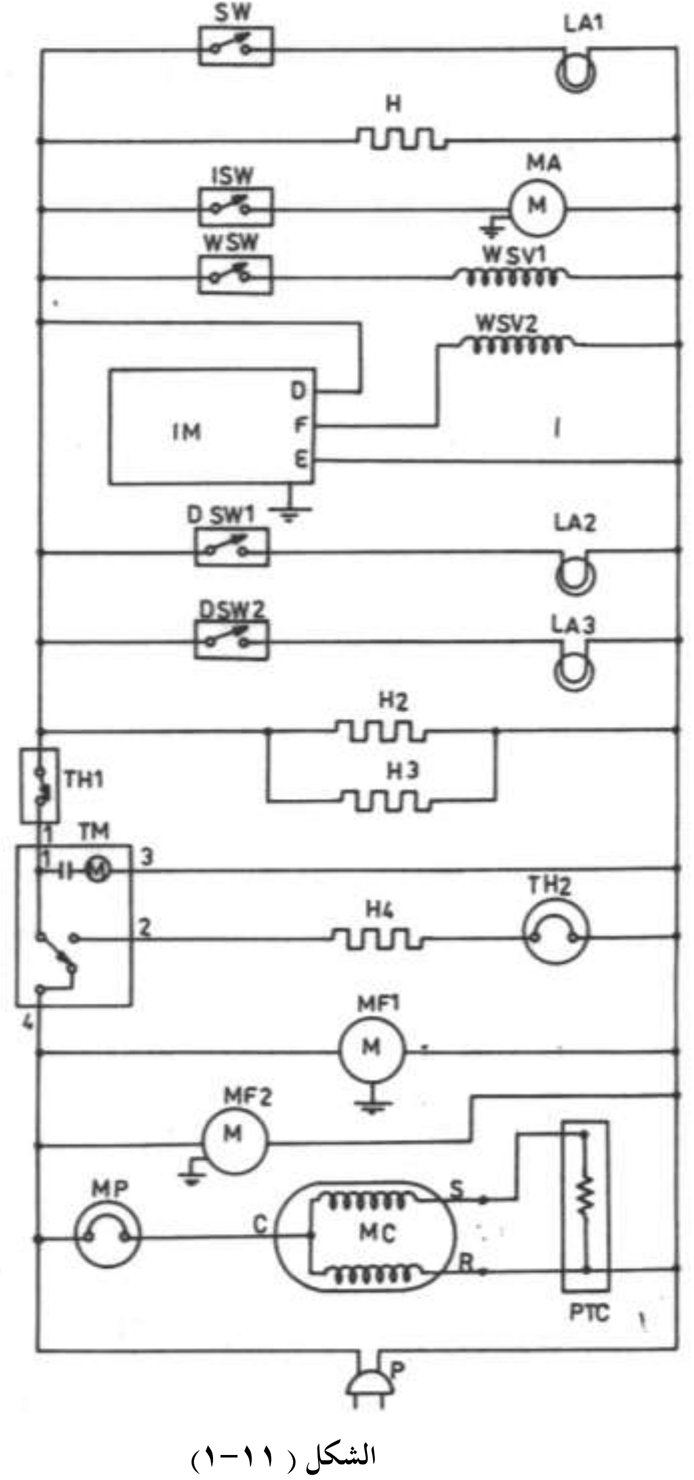
ثرموستات إذابة الصقيع TH2 فينفتح سخان إذابة الصقيع H4 وبعد مرور 25 دقيقة من بدء إذابة الصقيع تعود ريشة المؤقت لوضعها الطبيعي وتغلق الريشة TM/1-2 وتتكرر دورة التشغيل الطبيعية

والجدير بالذكر أن لمبة إضاءة الفريزر LA3 تضيء عند فتح باب الفريزر في حين تضيء لمبة إضاءة الثلاجة LA2 عند فتح باب الثلاجة حيث تغلق مفاتيح الأبواب DSW1 , DSW2 عند فتح الأبواب .

وعند غلق مفتاح تعبئة الثلج ISW الموجود على باب الفريزر وعندما يكون باب الفريزر مغلق يكتمل مسار تيار محرك بريمة الثلج MA فينتقل الثلج المجروش من وعاء تجميع الثلج الموضوع أسفل جهاز صناعة الثلج إلى موزع الثلج ليمتلئ الكوب .

وعند غلق مفتاح تعبئة الماء البارد WSW الموجود على باب الفريزر عندما يكون باب الفريزر مغلق يكتمل مسار تيار صمام الماء الأبرد فينتقل الماء البارد ليمتلئ الكوب .

ويمكن إضاءة لمبة موزع الماء البارد الموجود على باب الفريزر بغلق المفتاح SW .


SW
LA1
H
ISW
MA
M
WSW
WSV1
WSV2
D
IM
F
E
D SW1
LA2
DSW2
LA3
H2
H3
TH1
TM
1
3
2
TH2
H4
4
MF1
M
MF2
M
MP
S
C
MC
R
PTC
P

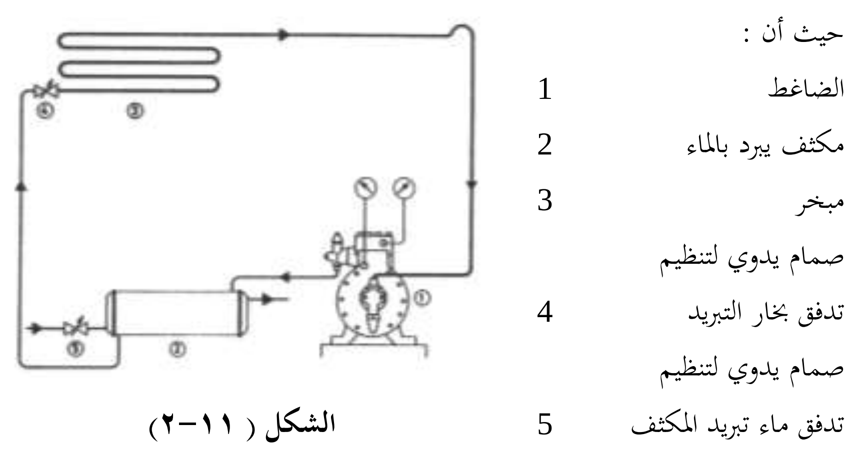
الشكل (١١-١)

١١-٢ التحكم في دورات التبريد المزودة بمكثفات مائية

الشكل (١١-٢) يعرض دورة تبريد بمكثف يبرد بالماء وبصمامات تحكم يدوية

حيث أن :

الضاغط	1
مكثف يبرد بالماء	2
مبخر	3
صمام يدوي لتنظيم تدفق بخار التبريد	4
صمام يدوي لتنظيم تدفق ماء تبريد المكثف	5



الشكل (١١-٢)

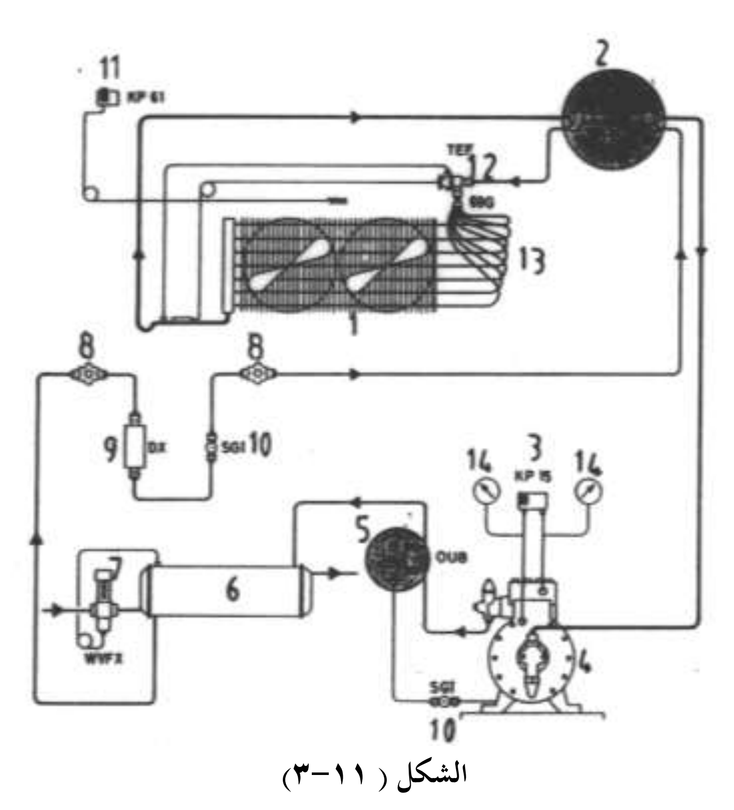
فمن أجل المحافظة على ثبات درجة حرارة غرفة التبريد مهما تغير الحمل الحراري لغرفة التبريد يجب باستمرار ضبط كلا من الصمام 5, 4 فبواسطة الصمام اليدوي 4 يمكن التحكم في تدفق سائل الفريون في المبخر فكلما زاد الحمل الحراري يجب أن يزداد معدل تدفق سائل الفريون في المبخر والعكس بالعكس .

وبواسطة الصمام اليدوي 5 يمكن التحكم في معدل تدفق ماء التبريد للمكثف 2 فكلما ازداد الحمل الحراري يجب أن يزداد معدل تدفق ماء التبريد للتخلص من الحرارة الناتجة عن تبريد هذا الحمل الحراري والعكس بالعكس .

والشكل (١١-٣) يعرض دورة تبريد مزودة بمكثف يبرد بالماء وبصمامات تحكم أوتوماتيكية

حيث أن :

المبخر	1	مبادل حراري	2
قاطع ضغط مزدوج	3	الضاغط	4
فاصل الزيت	5	مكثف مائي	6
صمام تنظيم تدفق الزيت	7	صمامات يدوية	8
مرشح / مجفف	9	زجاجة بيان	10
ثرموستات	11	صمام تمدد حراري	12
موزع سائل التبريد	13	عدادات الضغط	14



الشكل (١١-٣)

ويقوم الترموستات 11 بفصل مراوح المبخر 1 تبعا لدرجة حرارة المبخر ويقوم صمام التمدد الحراري 12 والمزود بوصلة تعادل خارجية بتنظيم معدل تدفق سائل الفريون الداخل للفريون معتمدا على درجة التحميص بدون التأثر بانخفاض ضغط مركب التبريد في المبخر ويقوم موزع السائل 13 بتوزيع سائل مركب التبريد بالتساوي على المسارات المختلفة بالمبخر ويقوم قاطع الضغط المزدوج 3 بحماية الضغط من الانخفاض الشديد في ضغط السحب أو الارتفاع الشديد في ضغط الطرد حيث يقطع التيار الكهربي عن الضاغط إذا تجاوز ضغط السحب ضغط القطع المنخفض للقاطع وكذلك إذا زاد ضغط الطرد عن ضغط القطع العالي للقاطع .

ويقوم فاصل الزيت 5 بإعادة الزيت الذي يخرج من الضاغط إلى صندوق مرفق الضاغط مرة أخري ، ويقوم صمام تنظيم تدفق ماء تبريد المكثف 7 بالتحكم في تدفق ماء التبريد في المكثف تبعا لدرجة حرارة المكثف .

ويقوم المرشح 9 بترشيح مركب التبريد الداخل لصمام التمدد الحراري من أي ذرات كربونية أو معدنية وكذلك تجفيف مركب التبريد من الرطوبة علما بأنه عند تركيب المرشح / المجفف رأسيا يجب

أن يكون المدخل لأعلي والمخرج لأسفل لضمان استمرارية وجود سائل فريون في المرشح /المجفف ومن ثم استغلال خاصية التجفيف للمرشح / المجفف لأقصي درجة ممكنة .

أما زجاجة البيان 10 فتساعد فني التبريد علي متابعة أداء دورة التبريد حيث تكشف عن :

١- زيادة نسبة الرطوبة حيث يتغير لونها عند زيادة نسبة الرطوبة .

٢- انخفاض شحنة التبريد أو وجود انسداد في دورة التبريد حيث تظهر فقاعات هوائية في زجاجة البيان .

ويتحكم صمام التمدد الحراري 12 بالتحكم في تدفق مركب التبريد في المبخر 1 عند التحميص المطلوب ، ويقوم المبادل الحراري 2 بزيادة كفاءة دورة التبريد حيث يزيد من تحميص بخار مركب التبريد العائد لخط سحب الضاغط ، هذا يمنع طرقات السائل الناتجة عن ارتداد سائل التبريد للضاغط عند الانخفاض السريع في أحمال المبخر والذي قد يتلف صمامات الضاغط ، وكذلك يزيد من التبريد الدوني لسائل التبريد العائد للمبخر وهذا يزيد من الحمل الحراري الذي يمكن التخلص منه في المبخر .

والشكل (١١-٤) يعرض دورة تبريد مزودة بمكثف يبرد بالماء وبصمامات تحكم أتوماتيكية وتعمل بمبدأ الضخ السفلي Pump Down ولا تختلف هذه الدورة عن الدورة السابقة عدا إضافة العناصر التالية :

صمام يدوي بفتحة خدمة	15
صمام كهربي لخط السائل	16
خزان سائل الفريون	17

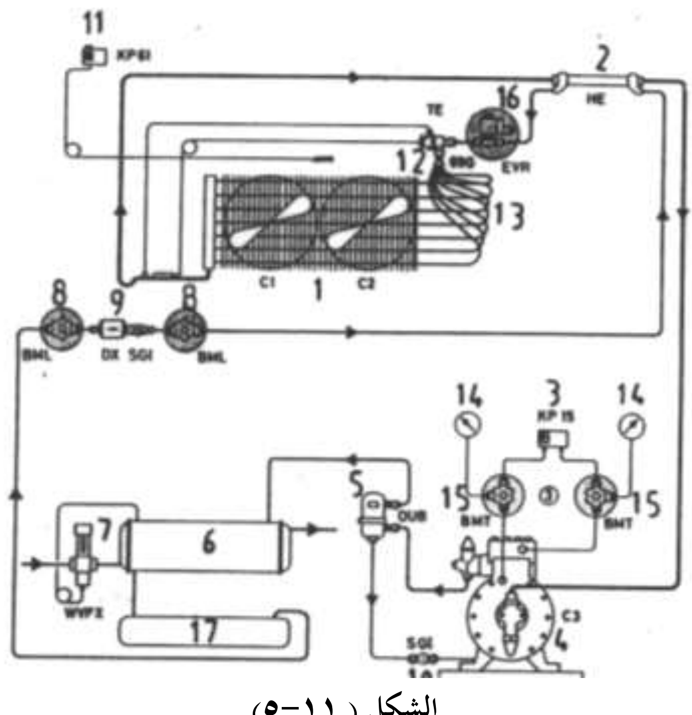
وتعمل هذه الدورة بمبدأ الضخ السفلي لسائل التبريد بالطريقة التالية .

عند وصول درجة حرارة غرفة التبريد لدرجة الحرارة القطع المعاير عليها ثرموستات غرفة التبريد 11 ينقطع مسار تيار الصمام الكهربي 16 فيتوقف تدفق سائل مركب التبريد القادم من خزان السائل 17 والمتجه إلى صمام التمدد الحراري 12 ويظل الضاغط يدور فينتقل بخار مركب التبريد الخارج من المبخر إلى الضاغط والذي يقوم بدوره بضخه إلى المكثف 6 ليستقر في النهاية في خزان السائل 17 وعند انخفاض ضغط سحب الضاغط وصولا لضغط القطع المنخفض لقاطع الضغط المزدوج 3 يفصل القاطع 3 التيار الكهربي عن الضاغط ويتوقف الضاغط وبهذه الطريقة يكون قد أنتقل كل مركب التبريد إلى خزان السائل .

وطريقة الضخ السفلي تضمن أنه عند عودة الضاغط للعمل عند ارتفاع درجة حرارة غرفة التبريد وصولا لدرجة حرارة وصل الثرموستات 11 فإن ضغط سحب الضاغط يكون منخفض الأمر الذي يقلل من تيار بدء الضاغط وهذا يزيد من عمر الضاغط .

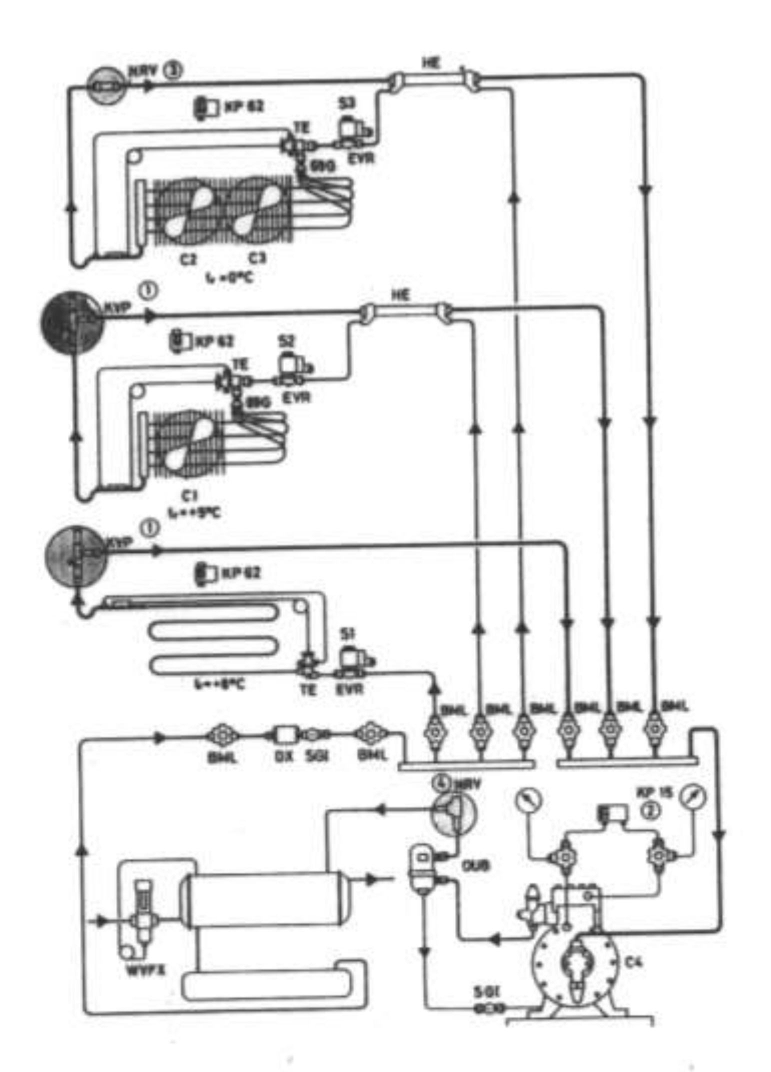
والجدير بالذكر أنه عند توقف الضاغط فإن درجة حرارة بصيلة صمام التمدد الحراري ترتفع أعلي من ارتفاع درجة حرارة المبخر مما يؤدي لفتح صمام التمدد الحراري الأمر الذي يؤدي إلى زيادة شحنة مركب التبريد في خط السحب فيزداد الحمل علي الضاغط عند البدء ووجود صمام سائل يمنع حدوث ذلك لأنه يكون مغلق أثناء توقف الضاغط .

أما الصمامات اليدوية المزودة بفتحة خدمة 15 تسمح بتركيب عدادات ضغط لقياس الضغط في خط السحب وخط الطرد وكذلك تسهيل عملية صيانة دورة التبريد من هذه الفتحات .



الشكل (١١-٥)

والشكل (١١-٥) يعرض دورة تبريد لوحدة تبريد مركزية لعدة غرف تبريد الغرفة الأولي درجة حرارتها $0\ ^{O}C$ والثانية درجة حرارتها $5\ ^{O}C$ والثالثة درجة حرارتها $8\ ^{O}C$.



الشكل (١١-٥)

والجدول (١١-١) يبين استخدام كل غرفة .

الجدول (١١-١)

درجة حرارة المبخر	درجة حرارة الغرفة	الاستخدام
+3 ^{O}C	+8 ^{O}C	غرفة حفظ الخضراوات
-5 ^{O}C	+5 ^{O}C	غرفة حفظ لحوم طازجة
-10 ^{O}C	+0 ^{O}C	غرفة حفظ لحوم

ويقوم منظم ضغط المبخر KVP على خنق ضغط سحب الضاغط لكلا من المبخر الثاني 2 المبخر الثالث للمحافظة على درجة حرارتهم مساوية $+3\ ^{O}C$, $-5\ ^{O}C$ بالترتيب ومن ثم يمكن الوصول لدرجة حرارة غرفة تبريد مساوية $+8\ ^{O}C$, $+5\ ^{O}C$ بالترتيب ويعمل قاطع الضغط المزدوج 2 KP15 علي التحكم في وصل وفصل الضاغط وصولا للضغط المقابل لدرجة حرارة $-10\ ^{O}C$ للمبخر الأول ومن ثم الوصول بدرجة حرارة الغرفة الأولي إلى $0\ ^{O}C$ وأثناء توقف الضاغط فإن الصمام اللارجعي NRV يمنع مركب التبريد الموجود في المبخر الثاني والثالث أن يتكاثف في المبخر الأول البارد ومن ثم تظل درجة حرارة غرفة التبريد الأولي مساوية $0\ ^{O}C$.

ويعمل الصمام اللارجعي NRV علي منع تكاثف مركب التبريد في فاصل الزيت وأعلي الضاغط وذلك في حالة انخفاض درجة حرارة الضاغط أو فاصل الزيت عن درجة حرارة المبخرات أثناء توقف الوحدة .

ويقوم كل ثرموستات KP62 بالتحكم في وصل وفصل الصمام الكهربي له EVR للتحكم في تدفق مركب التبريد في المبخر المقابل ، علما بأن الصمامات الكهربية تعمل علي تشغيل وحدة التبريد التي بصددها بمبدأ التفريغ السفلي (الدوني) Pump Down كما ذكر سالفا ، وتعمل مبادلات الحرارة HE علي زيادة كفاءة دورة التبريد كما ذكر سالفا .

ويعمل صمام تنظيم تدفق ماء التبريد WVFX علي التحكم في تدفق ماء التبريد في المكثف تبعا لدرجة حرارة المكثف .

وفاصل الزيت OUB يعيد الزيت الي صندوق مرفق الضاغط ، وزجاجات البيان SGI تساعد في متابعة أداء دورة التبريد ، والمرشح / المجفف DX يعمل علي ترشيح وتجفيف مركب التبريد .

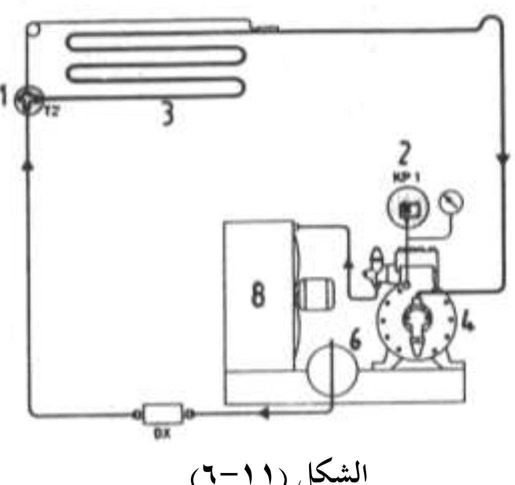
١١-٣ التحكم في دورات التبريد المزودة بمكثفات هوائية

الشكل (١١-٦) يعرض دورة تبريد بسيطة بمكثف هوائي بصمام تمدد حراري للتحكم في تنظيم تدفق بخار مركب التبريد في المبخر .

حيث أن :-

صمام تمدد حراري	1
قاطع ضغط منخفض	2
مبخر	3
الضاغط	4
خزان السائل	5

مروحة المكثف	6
المكثف الهوائي	7
مرشح / مجفف	8



الشكل (١١-٦)

ويتيح صمام التمدد الحراري تنظيما تلقائيا لتدفق مركب التبريد في المبخر للمحافظة علي درجة التحميص 1 مساوية $5 : 6\ ^{O}C$ وهذا يلزمه اختيار صمام التمدد الحراري المناسب مع الضبط الصحيح لصمام التمدد الحراري ويعرف التحميص بأنه فرق درجات الحرارة عند نقطة تثبيت بصيلة صمام التمدد الحراري t_1 ودرجة حرارة التشبع المقابلة لضغط مركب التبريد في مدخل المبخر P_S أي أن التحميص SH يساوي :-

$$SH = t_1 - t_S$$

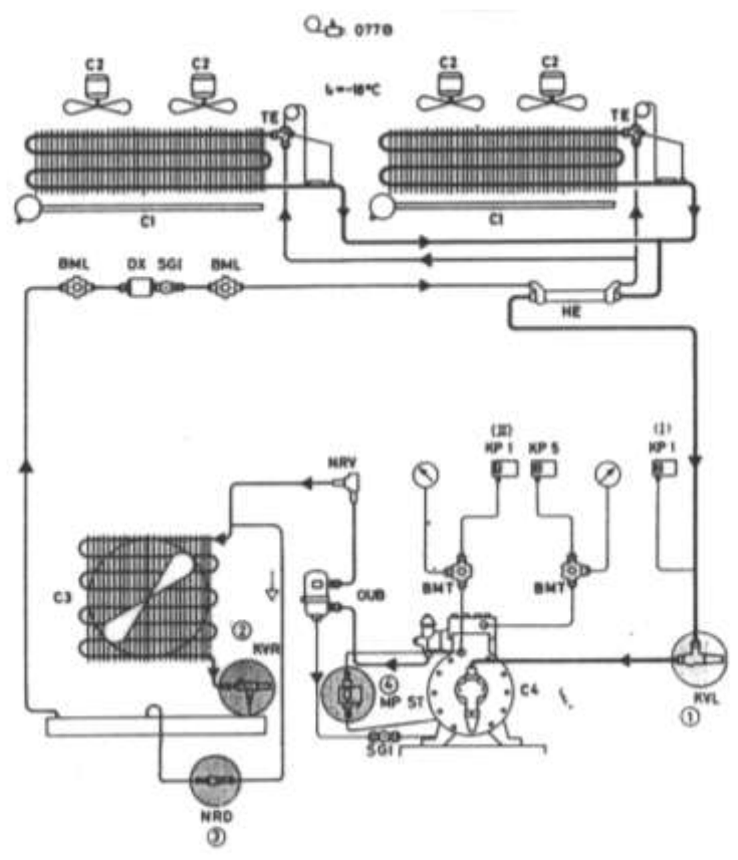
والشكل (١١-٧) يعرض دورة تبريد لوحدة تبريد مزودة بمبخرين وتعمل هذه الوحدة باستمرار ولكن بتوقف مرتين كل يوم ساعة كل مرة لإجراء إذابة للصقيع المتكون علي المبخرين ويستخدم في هذه الوحدة ضاغط يناسب ظروف التشغيل العادية .

وتظهر مشكلة بعد الانتهاء من عملية إذابة الصقيع حيث سيستعرض محرك الضاغط الصغير لزيادة في الحمل قد تؤدي إلى احتراق الضاغط من أجل ذلك استخدمت منظمات الضغط التالية :-

١- منظم ضغط صندوق المرفق (KVL) حيث يفتح عند انخفاض ضغط سحب الضاغط للقيمة المعاير عليها المنظم .

٣- منظم ضغط المكثف (KVR) وصمام ضغط فرقي NRD وذلك من أجل تثبيت ضغط المكثف الذي يبرد بالهواء وذلك عند درجات الحرارة الخارجية المنخفضة فأثناء الشتاء البارد ينخفض ضغط التكثيف في المبخر فيقوم منظم ضغط المكثف KVR بخنق خرج المكثف وبالتالي تزداد شحنة مركب التبريد داخل المكثف فيزداد ضغط المكثف . ويعمل الصمام الفرقي NRD على منع زيادة فرق الضغط بين مدخل ومخرج المكثف عن 1.4 bar . فعند وصول فرق الضغط 1.4 bar يبدأ صمام الضغط الفرقي في الفتح وكلما أنخفض ضغط المكثف يبدأ منظم ضغط المكثف بالخنق ليزداد ضغط المكثف وبذلك نضمن زيادة ضغط المكثف

ووصوله لضغط التكثيف المطلوب وفي نفس الوقت نمنع انخفاض الضغط في الخزان . وعادة يجب ألا يقل الضغط في الخزان عن الضغط في المكثف عن 1 bar .



الشكل (١١-٧)

أما في الصيف يكون منظم ضغط المكثف مفتوح علي أقصي درجة ممكنة ويكون الانخفاض في الضغط داخل المكثف ومنظم ضغط المكثف أقل من 1.4 bar الأمر الذي يجعل صمام الضغط الفرقي NRD يظل مغلقا .

وتتجمع شحنة التبريد داخل الخزان في وقت الصيف لذلك يجب أن يكون حجم الخزان مناسبا ، ويمكن استخدام منظم ضغط المكثف كصمام تصريف بين جانب الضغط العالي وجانب الضغط المنخفض لمنع زيادة الضغط في جانب الضغط العالي بقيمة عالية .

ويمكن حماية الضاغط عند تلف نظام الزيت MP ST حيث يعمل هذا القاطع علي إيقاف الضاغط إذا كأن الفرق في الضغط بين ضغط الزيت وضغط السحب للضاغط في داخل صندوق المرفق منخفض عن القيمة المعاير عليها القاطع ، ويمكن استخدام ثرموستات حدي طراز 077B في

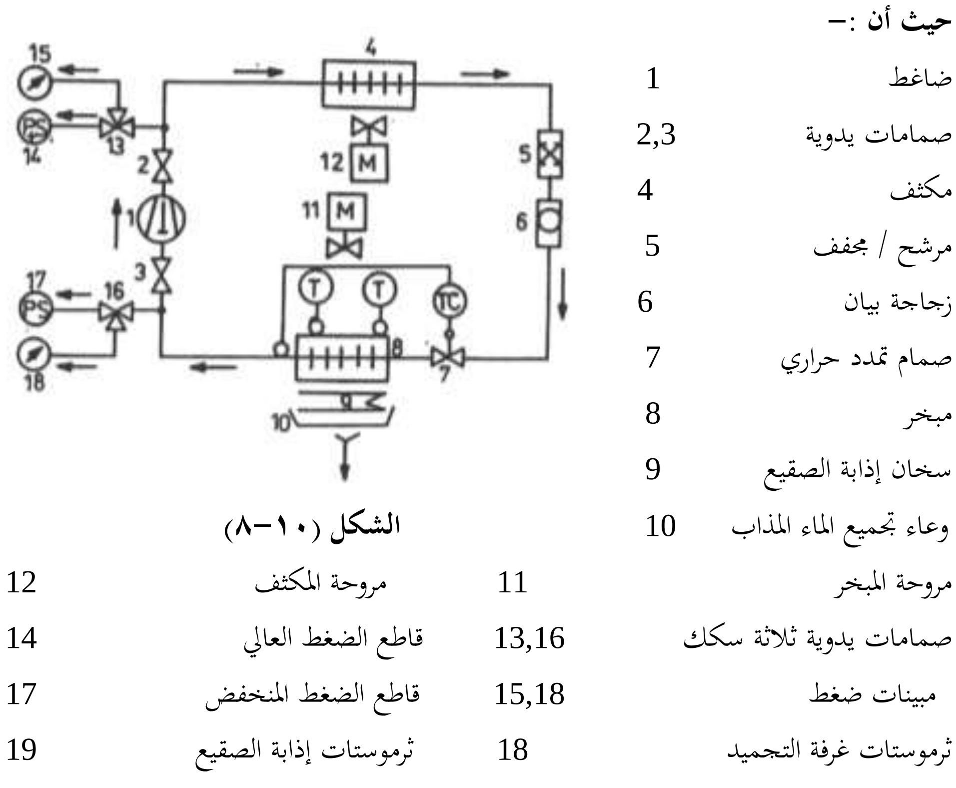
الفريزر فإذا ارتفعت درجة الحرارة عن القيمة المعاير عليها هذا الثرموستات يعمل علي إضاءة لمبة بيان للدلالة علي وجود مشكلة بالفريزر ويمكن أن يعمل بوق للتنبيه علي وجود مشكلة .

١١-٤ غرفة تبريد سعتها 3.354 kW

الشكل (١١-٨) يعرض دورة تبريد لغرفة تبريد يمكن السير فيها أبعادها (3.5 * 2 * 2 m) ودرجة حرارتها 4 ^{O}C وسعتها التبريدية 3354 W .

حيث أن :-

ضاغط	1
صمامات يدوية	2,3
مكثف	4
مرشح / مجفف	5
زجاجة بيان	6
صمام تمدد حراري	7
مبخر	8
سخان إذابة الصقيع	9
وعاء تجميع الماء المذاب	10



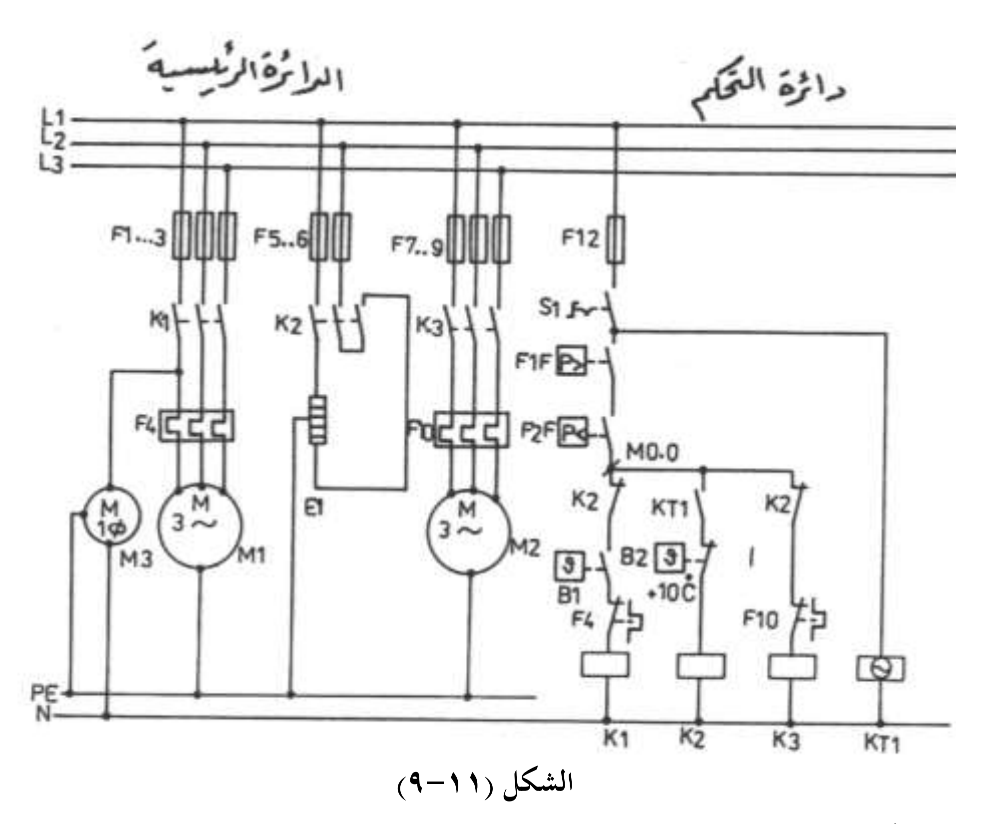
الشكل (١٠-٨)

مروحة المبخر	11	مروحة المكثف	12
صمامات يدوية ثلاثة سكك	13,16	قاطع الضغط العالي	14
مبينات ضغط	15,18	قاطع الضغط المنخفض	17
ثرموستات غرفة التجميد	18	ثرموستات إذابة الصقيع	19

أولا دوائر التحكم بالطريقة التقليدية :-

الشكل (١١-٩) يعرض الدائرة الرئيسية ودوائر التحكم التقليدية

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تتنقل بين الصفحات.



الشكل (١١-٩)

حيث أن :

مصهرات رئيسية لحماية محرك الضاغط F1:F3

مصهرات رئيسية لحماية السخان F5,F6

مصهرات رئيسية لحماية محرك مروحة المكثف F7:F9

مفتاح التشغيل S1 — كونتاكتور محرك الضاغط K1

كونتاكتور السخان K2 — كونتاكتور محرك مروحة المكثف K3

مؤقت إذابة الصقيع KT1 — قاطع الضغط العالي F1F

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

قاطع الضغط المنخفض	F2F	ثرموستات غرفة التجميد	B1
متممات زيادة الحمل	F4,F10	ثرموستات إذابة الصقيع	B2
محرك الضاغط	M1	محرك مروحة المكثف	M2
محرك مروحة المبخر	M3		

نظرية التشغيل :-

عندما تكون دورة التبريد مشحونة بشحنة التبريد الكاملة تغلق ريش قواطع الضغط العالي والمنخفض F2F, F1F وعندما تكون درجة حرارة غرفة التجميد أعلي من درجة حرارة وصل الثرموستات B1 يغلق الثرموستات ريشته وعند غلق المفتاح S1 يكتمل مسار تيار K1 , K3 ويعمل كلا من محرك الضاغط M1 ومحرك مروحة المبخر M3 ومحرك مروحة المكثف M2 ويقوم ثرموستات غرفة التجميد بالتحكم في وصل وفصل محرك الضاغط M1 ومحرك مروحة المبخر M3 تبعا لدرجة حرارة غرفة التجميد .

وعند الوصول للزمن المعاير عليه مؤقت إذابة الصقيع KT1 يغلق المؤقت ريشته ويكتمل مسار تيار K2 فيعمل السخان E1 وينقطع مسار تيار كلا من K1 ,K3 وتتوقف جميع المحركات .

وعند وصول درجة حرارة المبخر إلى $+10\ ^{O}C$ يفتح ثرموستات إذابة الصقيع B2 ريشته وينقطع مسار K2 وبعد انتهاء زمن إذابة الصقيع تعود ريشة KT1 لوضعها الطبيعي وتتكرر دورة التشغيل من جديد .

ثانيا التحكم باستخدام جهاز التحكم المبرمج PLC :

عند استخدام جهاز التحكم المبرمج في التحكم فإن الدائرة الرئيسية المستخدمة في التحكم التقليدي تستخدم كما هي أما دائرة التحكم التقليدية فتستبدل بجهاز PLC ولاستخدام جهاز التحكم المبرمج في التحكم يجب أن نوصل جهاز PLC بمجموعة من المداخل والمخارج المطلوبة وكذلك يتم إدخال البرنامج المطلوب تبعا لكيفية التشغيل .

وهناك عدة مراحل لاعداد ذلك وهم كما يلي : -

١- إعداد قائمة التخصيص حيث يتم تخصيص مدخل لكل جهاز مداخل مثل الضواغط والمفاتيح اليدوية ومتممات زيادة الحمل وقواطع الضغط والزيت والثرموستات ...الخ وكذلك تخصيص مخرج من مخارج جهاز PLC لكل جهاز مخارج مثل الكونتاكتورات ولمبات البيان والصمامات الكهربية ..الخ .

٢- يتم عمل مخطط التوصيل لجهاز PLC تبعا لقائمة التخصيص .

٣- يتم إعداد الشكل السلمي (لغة جهاز PLC) بما يتفق مع دائرة التحكم التقليدية حيث يستعان بدائرة التحكم التقليدية في إعداد الشكل السلمي وذلك بالنسبة للمبتدئين ولكن بعد التدرب علي استخدام الشكل السلمي يمكن إعداده بدون الحاجة لدائرة التحكم التقليدية ولكن فقط بمعرفة شروط التشغيل .

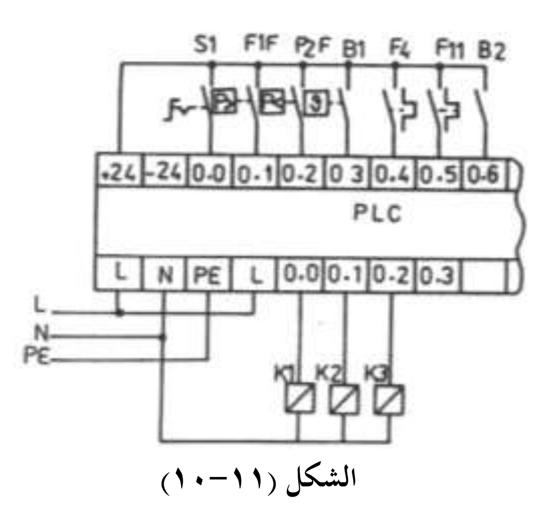
٤- يتم إعداد البرنامج الذي سيتم إدخاله في جهاز PLC بواسطة جهاز البرمجة والذي يمكن أن يكون جهاز برمجة يدوي أو جهاز برمجة يثبت علي المكتب أو جهاز برمجة عبارة عن كومبيوتر IBM محمل ببرنامج خاص من قبل الشركة المصنعة لجهاز PLC .

علما بأننا في هذا الكتاب سنستخدم أحد لغات أجهزة PLC والتي تختلف من شركة لأخري ولكن بعد فهم واستيعاب هذه اللغة المستخدمة في هذا الكتاب سيكون بمقدورك التعامل مع أي جهاز PLC بعد الاطلاع علي دليل الاستخدام .

قائمة التخصيص :-

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من مفتاح التشغيل	I0.0	S1
ريشة مفتوحة من قاطع زيادة الضغط	I0.1	F1F
ريشة مفتوحة من قاطع انخفاض الضغط	I0.2	F2F
ريشة مفتوحة من ثرموستات غرفة التجميد	I0.3	B1
ريشة مفتوحة من متمم زيادة الحمل للضاغط M1	I0.4	F4
ريشة مفتوحة من متمم زيادة الحمل لمروحة المكثف M2	I0.5	F10
ريشة مفتوحة من ثرموستات إذابة الصقيع	I0.6	B2
كونتاكتور محرك الضاغط M1	Q0.0	K1
كونتاكتور السخان	Q0.1	K2
كونتاكتور محرك مروحة المكثف M3	Q0.2	K3

والشكل (١١-١٠) يعرض مخطط التوصيل مع جهاز التحكم المبرمج .



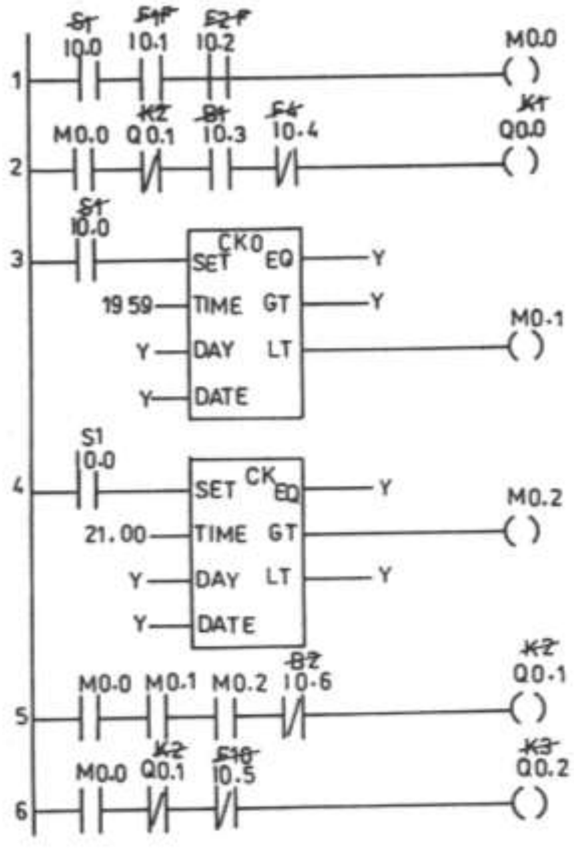
الشكل (١١-١٠)

الشكل (١١-١١) يعرض الشكل السلمي .

نظرية التشغيل :-

عند غلق المفتاح S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فتغلق الريشة المفتوحة I0.0 في الشكل السلمي وعندما تكون الشحنة الموجودة في دورة التبريد كافية يغلق قاطع الضغط العالي F1F ريشته وكذلك يغلق قاطع الضغط المنخفض F2F ريشته فتصل إشارة عالية لكلا من المدخل I0.1 , I0.2 وتنعكس حالة ريشتهما في الشكل السلمي فيكتمل مسار تيار وحدة الذاكرة الداخلية M0.0 (الخط 1) وعندما تكون درجة حرارة غرفة التجميد أكبر من درجة حرارة وصل الثرموستات B1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.3 فتغلق ريشة I0.3 في الخط 2 وتصبح حالة المخرج Q0.0 عالية وبالتالي يعمل الكونتاكتور K1 فيعمل كلا من الضاغط ومروحة المبخر .

وحتى يمكن الحصول علي أداء مؤقت إذابة الصقيع KT1 استخدم ساعتين CK0,CK1 يتم تشغيلهما بمفتاح التشغيل S1 (المدخل I0.0) .



الشكل (١١-١١)

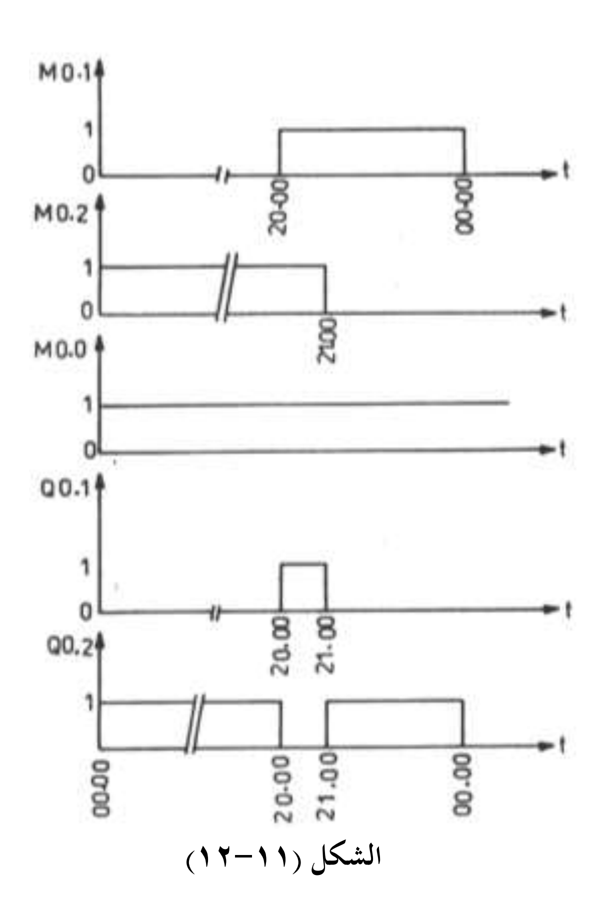
والشكل (١١-١٢) يبين حالة مخرج الساعة CK0 وحدة الذاكرة (M0.1) وحالة مخرج الساعة CK1 وحدة الذاكرة الداخلية (M0.2) ، وحالة وحدة الذاكرة الداخلية M0.0 عند تحقق شروط التشغيل وحالة المخرج Q0.1 (الكونتاكتور K2) وحالة المخرج Q0.2 (الكونتاكتور K3)

ويلاحظ أن حالة وحدة الذاكرة M0.1 يكون عاليا من الساعة 20.00 (الساعة 8 مساءا) إلى الساعة 00.00 (الساعة 12 مساءا) في حين تكون حالة وحدة الذاكرة M0.2 عالية من الساعة 00.00 (الساعة 12 مساءا) إلى الساعة 21.00 (الساعة 9 مساءا) .

وبالتالي فإن حالة المخرج Q0.1 (الكونتاكتور) يكون عاليا من الساعة 20.00 (الساعة 8 مساءا) إلى الساعة 21.00 (الساعة 9 مساءا) طالما أن حالة وحدة الذاكرة M0.0 عاليا .

أما حالة المخرج Q0.2 (الكونتاكتور K3) تكون عالية طالما أن حالة المخرج M0.0 عاليا عدا في الفترة ما بين الساعة 20.00 (الثامنة مساءا) الي الساعة 21.00 (التاسعة مساءا) تكون منخفضة

ونذكر القارئ أن الساعات المبرمجة تكون حالة مخرج الأكبر من GT عاليا عندما يكون الزمن المعاير عليه الساعة أكبر من الزمن الحقيقي في حين أن حالة مخرج أصغر من LT يكون عاليا عندما يكون الزمن المعاير عليه الساعة أصغر من الزمن الحقيقي أما حالة المخرج يساوي EQ يكون عاليا لمدة دقيقة كاملة والتي تلي الزمن المعاير عليه الساعة المبرمجة .



الشكل (١١-١٢)

وفيما يلي البرنامج البولي :-

العنوان	العملية	رقم العملية	العنوان	العملية	رقم العملية	العنوان	العملية	رقم العملية
M0.1	A	011	Y	GT:		I0.0	L	000
M0.2	A	012	Y	EQ:		I0.1	A	001
I0.6	AN	013	M0.1	LT:		I0.2	A	002
Q0.1	=	014	1	CK	009	M0.0	=	003
M0.0	L	015	I0.0	SET:		M0.0	L	004
Q0.1	AN	016	21.00	Time		Q0.1	A	005
Q0.2	=	017	Y	Day:		I0.3	A	006
			Y	Date:		Q0.0	=	007
			M0.2	GT:		O	CK	008
			Y	EQ:		I0.0	SET:	
			Y	LT:		19.59	Time:	
			M0.0	L	010	Y	Day:	
						Y	Date:	

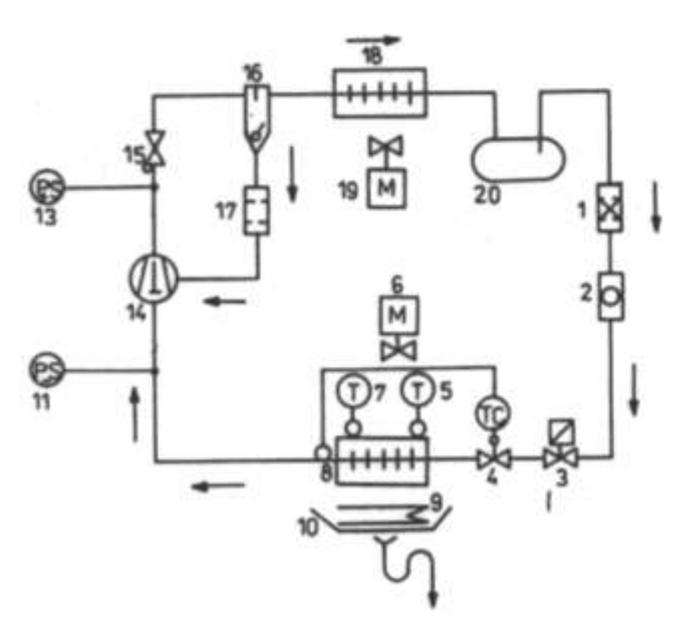
١١-٥ غرفة تجميد سعتها 10.5 KW

الشكل (١١-١٣) يعرض دورة التبريد لغرفة تجميد يمكن السير فيه أبعاده (6 * 7.5 *2.7 m) وسعتها التبريدية 10.5 kW ودرجة حرارتها –30 ^{O}C وسمك المادة العازلة 100 mm والمصنوعة من البوريثان .

حيث أن :-

مرشح /مجفف	1	قاطع الضغط المنخفض	11
زجاجة بيان	2	صمام الضغط العالي	13
صمام السائل	3	الضاغط	14
صمام تمدد حراري	4	صمام لارجعي	15
ثرموستات غرفة التجميد	5	فاصل الزيت	16
مروحة المبخر	6	مرشح الزيت	17
ثرموستات إذابة الصقيع	7	المكثف	18
المبخر	8	مروحة المكثف	19
سخان إذابة الصقيع	9	خزان السائل	20

وعاء تجميع الماء المتكاثف	10



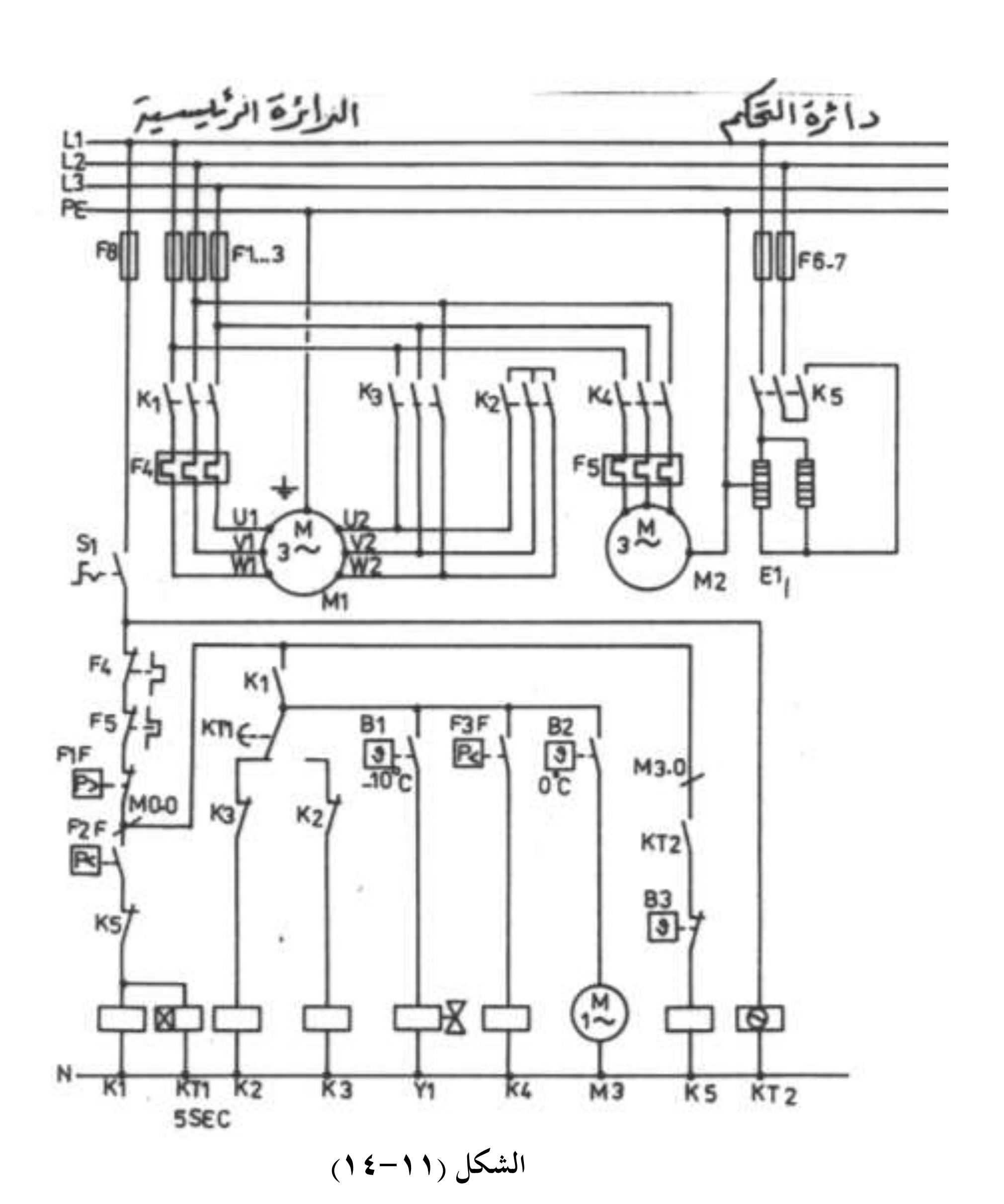
الشكل (١١-١٣)

أولا دوائر التحكم بالطرق التقليدية

الشكل (١١-١٤) يعرض دائرة التحكم والدوائر الرئيسية لهذه الوحدة .

عناصر الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم :-

مصهرات ثلاثية الوجه	F1:F3
متمم زيادة الحمل	F4,F5
مصهرات ثنائية القطب للسخان	F6,F7
كونتاكتور رئيسي لمحرك الضاغط	K1
كونتاكتور النجما لمحرك الضاغط	K2
كونتاكتور الدلتا لمحرك الضاغط	K3
كونتاكتور محرك مروحة المكثف	K4
كونتاكتور السخان	K5
مفتاح تشغيل انضغاطي	S1



الشكل (١١-١٤)

قاطع ضغط عالي لحماية الضاغط	F1F
قاطع ضغط منخفض لحماية الدورة من دخول الهواء بداخلها	F2F
قاطع ضغط منخفض يتحكم في بدء مروحة المكثف ويثبت علي خط طرد المكثف لمعرفة ضغط المكثف	F3F
ثرموستات غرفة التبريد (-10 ^{O}C)	B1
ثرموستات إذابة الصقيع (0 ^{O}C)	B2

ثرموستات فصل السخانات ($10\ ^{O}C$)	B3
مؤقت زمني يؤخر عند التوصيل	KT1
مؤقت إذابة الصقيع	KT2
صمام سائل الفريون	Y1
محرك الضاغط	M1
محرك مروحة المكثف	M2
محرك مروحة المبخر	M3
السخان	E1

نظرية عمل الدائرة :-

عند تحقق شروط التشغيل :

- غلق مفتاح التشغيل S1
- وجود شحنة كافية من مركب التبريد في الدورة فيغلق F2F
- ارتفاع درجة حرارة غرفة التبريد فيغلق B1

يكتمل مسار تيار B1 ويعمل Y1 ويفتح صمام سائل الفريون وكذلك يكتمل مسار الكونتاكتور K1 والكونتاكتور K2 في حين يكتمل مسار تيار K3 ويعمل محرك الضاغط وملفاته موصلة دلتا .

وعند انخفاض درجة حرارة غرفة التجميد ووصولها لدرجة حرارة القطع المعاير عليها B1 يفتح الثرموستات B1 ريشته وينقطع مسار صمام السائل Y1 وينقطع تدفق مركب التبريد من الخزان إلى المبخر في حين يظل الضاغط يعمل حتى ينتقل كل مركب التبريد من المبخر إلى الخزان .

وعند انخفاض ضغط السحب للضغط المعاير عليه F2F يفتح قاطع الضغط المنخفض ريشته فينقطع مسار تيار K1 ويتوقف الضاغط ، ويظل الضاغط في حالة تشغيل وفصل للمحافظة علي ثبات درجة حرارة غرفة التبريد في الحدود المطلوبة ، ويقوم مؤقت إذابة الصقيع KT2 بتحديد وقت إذابة الصقيع فعند الوقت المضبوط عليه هذا المؤقت يغلق KT2 ريشته المفتوحة ويكتمل مسار تيار K5 وبالتالي يعمل السخان وتباعا يتوقف الضاغط لانقطاع مسار تيار K1 نتيجة لفتح الريشة المغلقة K5 ويظل السخان E1 يعمل حتى تصبح درجة حرارة المبخر $+10\ ^{O}C$ فيفتح الثرموستات B3 ريشته وينقطع مسار السخان E1 ويتوقف السخان وتتكرر دورة تشغيل الضاغط أما مروحة المبخر المدارة بالمحرك M3 فلن تعمل إلا عندما تكون درجة حرارة سطح المبخر $0^{O}C$ وذلك لضمان عدم

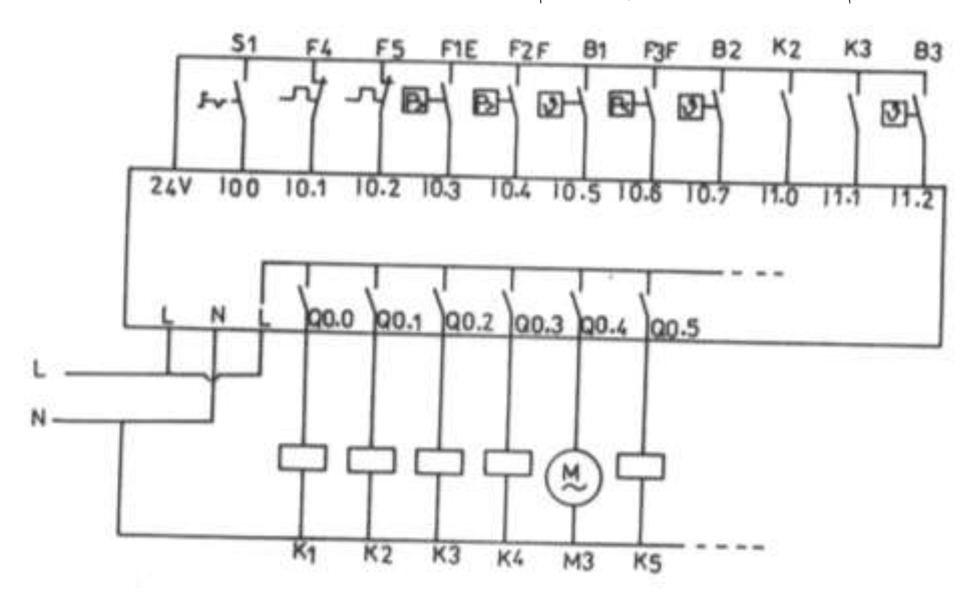
وجود ماء ذائبا علي سطح المبخر نتيجة لعملية إذابة الصقيع السابقة عندها يغلق الثرموستات B2 ريشته ويدور المحرك M2 .

والجدير بالذكر أن دوران مروحة المبخر عند وجود ماء متكاثف علي المبخر يؤدي إلى تناثر هذا الماء علي محتويات غرفة التبريد والذي قد يؤدي لتلفها نتيجة لتجميع الفطريات بها .

وكما أنه عند بدء دوران الضاغط فإن مروحة المكثف المدارة بالمحرك M2 لا تعمل الا عند ارتفاع ضغط الخرج للضاغط إلى ضغط وصل القاطع F2F فيغلق ريشته المفتوحة ويكتمل مسار تيار K4 وتدور مروحة المكثف المدارة بالمحرك M2 وبذلك نضمن عدم انخفاض ضغط المكثف لحدود غير مقبولة خصوصا في أوقات الشتاء الباردة ومن ثم نضمن جودة الأداء للدائرة حيث أن صمام التمدد الحراري يحتاج إلى ضغط معين حتى يعمل بصورة مرضية .

ثانيا التحكم باستخدام جهاز التحكم المبرمج PLC

الشكل (١١-١٥) يعرض مخطط التوصيل مع جهاز PLC علما بأن رموز المداخل والمخارج المستخدمة لم تتغير عن المستخدمة في التحكم التقليدي .



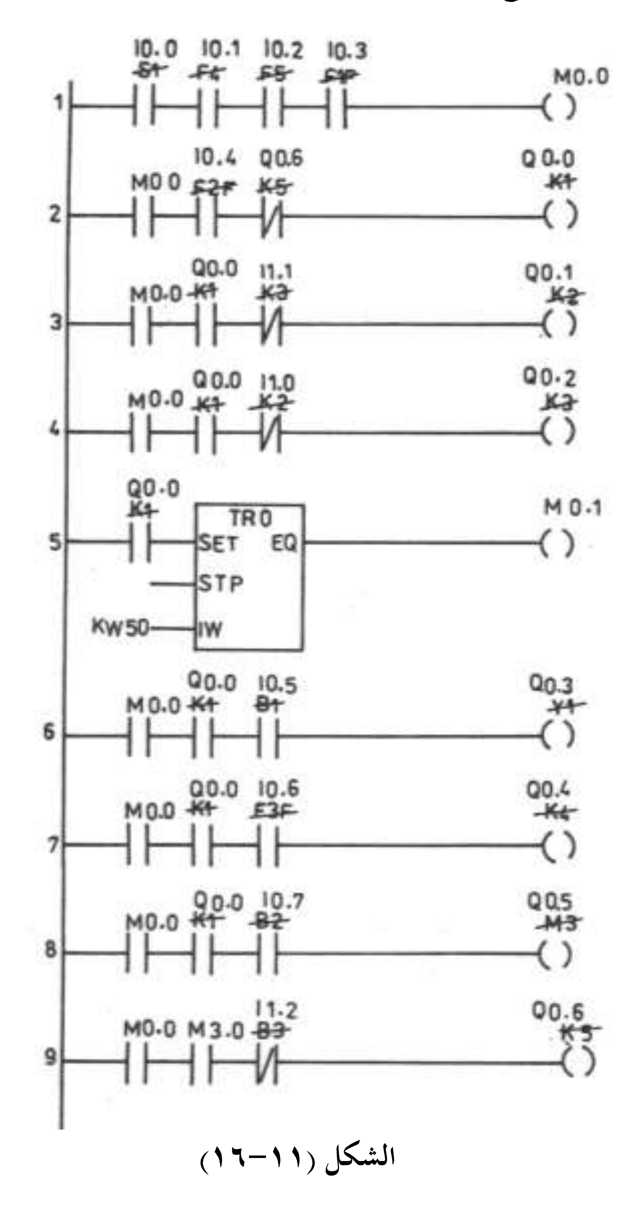
الشكل (١١-١٥)

والشكل (١١-١٦) يعرض الشكل السلمي ويلاحظ أن الشكل السلمي لا يختلف عن دائرة التحكم الكهرومغناطيسي ولكن في وضع أفقي بدلا من الوضع الرأسي .

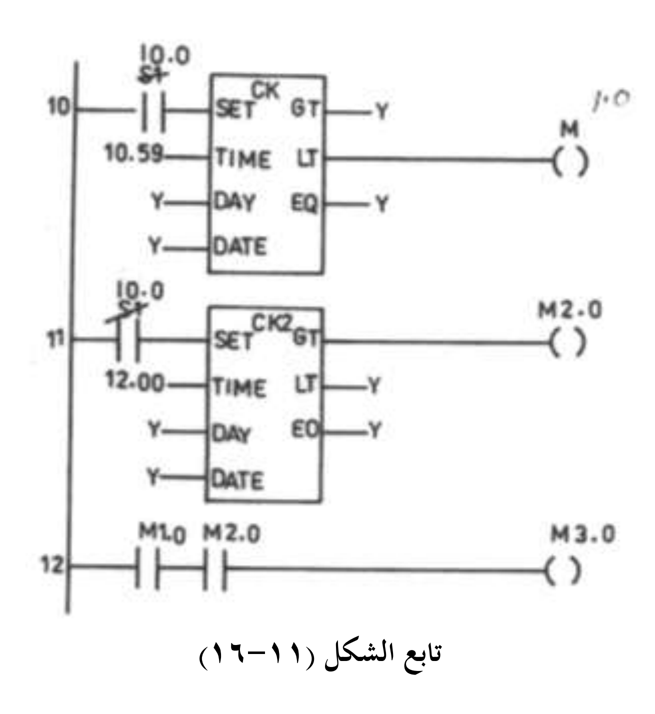
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

واستخدمت بعض الذاكرات الداخلية مثل M2.0 , M1.0 , M0.1 , M0.0 من أجل التبسيط وكذلك تم استبدال جميع الرموز أجهزة المداخل والمخارج المستخدمة في دائرة التحكم التقليدية بمداخل ومخارج جهاز PLC الموصلة معها هذه الأجهزة .

وبخصوص مؤقت إذابة الصقيع فيتم تنفيذه باستخدام ساعتين الأولي CK1 خرجها علي M1.0 والثانية CK2 خرجها علي M2.0 وتم إدخال خرج الساعتين علي بوابة AND وخرجها هو M3.0 وهو يمثل مؤقت إذابة الصقيع .



الشكل (١١-١٦)



تابع الشكل (١١-١٦)

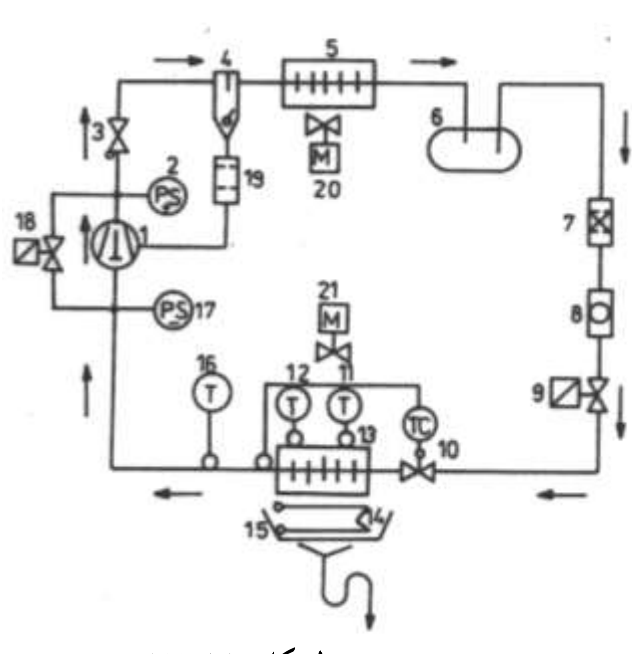
للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

وفيما يلي البرنامج البولي :-

العنوان	العملية	رقم العملية	العنوان	العملية	رقم العملية	العنوان	العملية	رقم العملية
0.0	LM	030	Timer	TR0	017	0.0	LI	000
3.0	AM	031	Q0.0	SET:		0.1	AI	001
0.6	= Q	032	Y	STP:		0.2	AI	002
Clock	CK1	033	kw50	IW:		0.3	AI	003
I0.0	SET:		M0.1	EQ:		0.0	= M	004
10.59	Time:		0.0	LM	018	0.0	LM	005
Y	Day		0.0	AQ	019	0.4	AI	006
Y	Date		0.5	AI	020	0.6	ANQ	007
Y	GT		0.3	= Q	021	0.0	= Q	008
M1.0	LT		0.0	LM	022	0.0	LM	009
Y	EQ		0.0	AQ	023	0.0	AQ	010
Clock	CK2	034	0.6	AI	024	0.1	AI	011
I0.0	SET		0.4	= Q	025	0.1	= Q	012
12.00	Time		0.0	LM	026	0.0	LM	013
Y	Day:		0.0	AQ	027	0.0	AQ	014
Y	Date		0.7	AI	028	1.0	AI	015
M2.0	GT		0.5	= Q	029	0.2	= Q	016
Y	LT							
Y	EQ							
1.0	LM	035						
2.0	AM	036						
3.0	= M							

١١-٦ غرفة تجميد مزودة بضاغط يبدأ نجما – دلتا بدون حمل

الشكل (١١-١٧) يعرض دورة التبريد لغرفة تجميد تعمل بطريقة التفريغ السفلي Pump Out حيث تعمل لمنع تناثر ذرات الماء المكتاثفة علي مروحة المبخر بعد أن تصل درجة الحرارة علي سطح المبخر إلى $0^{O}C$ وذلك نضمن عدم تناثر ذرات الماء المتراكمة علي المبخر إلى محتويات غرفة التجميد والتي قد تؤدي لتلفها كما يبدأ الضاغط حركته نجما – دلتا بدون حمل وذلك يعمل مسار بديل علي الضاغط .

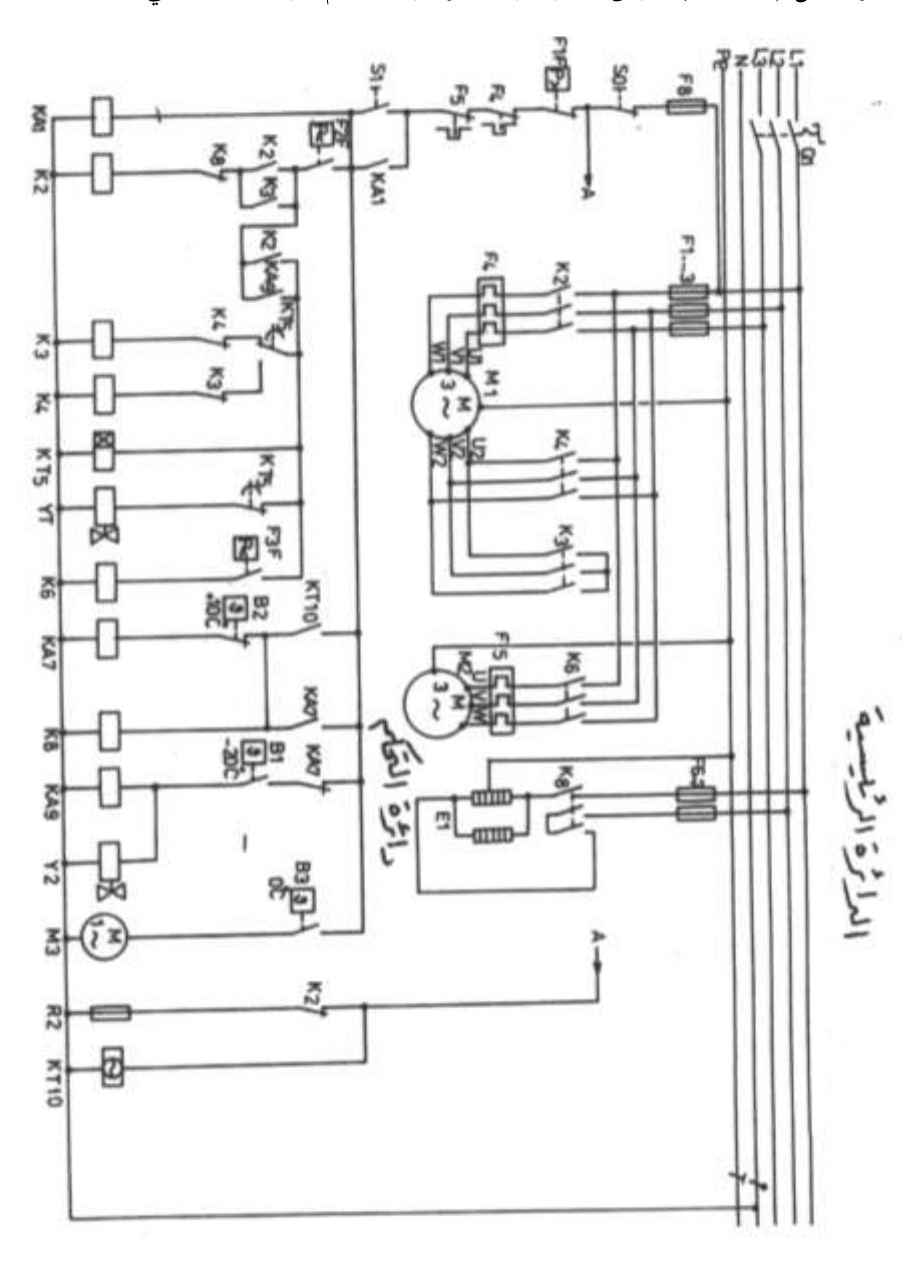


الشكل (١١–١٧)

حيث أن :–

الضاغط	1	سخان إذابة الصقيع	14
قاطع ضغط عالي	2	وعاء تجميع الماء الذائب	15
صمام لارجعي	3	ثرموستات غرفة التجميد	16
فاصل زيت	4	قاطع الضغط المنخفض	17
مكثف	5	صمام المسار البديل	18
خزان السائل	6	مرشح الزيت	19
مجفف/مرشح	7	مروحة مكثف	20
زجاجة بيان	8	مروحة المبخر	21
صمام السائل	9		
صمام تمدد حراري	10		
ثرموستات إذابة الصقيع	11		
ثرموستات بدء مروحة المبخر	12		
المبخر	13		

والشكل (١١-١٨) يعرض الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم لغرفة التجميد التي بصددها



الشكل (١١-١٨)

حيث أن :-

المفتاح الرئيسي	Q1	مؤقت يؤخر عند التوصيل 3S	KT1
مصهرات رئيسية	F1:F3	صمام السائل	Y2
مصهرات رئيسية خاصة بالسخان	F6:F7	ريلاي التشغيل	KA1
مصهر دائرة التحكم	F8	كونتاكتور رئيسي	K2
متممات زيادة الحمل	F4,F5	كونتاكتور النجما	K3
محرك الضاغط	M1	كونتاكتور الدلتا	K4
محرك مروحة المكثف	M2	كونتاكتور مروحة المكثف	K6
محرك مروحة المبخر	M3	ريلاي إضافي	KA7
سخان إذابة الصقيع	E1	كونتاكتور السخان	K8
ضاغط الإيقاف	S0	ريلاي إضافي	KA9
قاطع الضغط العالي	F1F	مؤقت إذابة الصقيع	KT10
ضاغط التشغيل	S1	سخان صندوق المرفق	E2
قاطع الضغط المنخفض	F2F	صمام المسار البديل	Y1
ثرموستات غرفة التجميد ($-20\ ^{O}C$)	B1		
ثرموستات إذابة الصقيع ($+10\ ^{O}C$)	B2		
ثرموستات بدء المبخر ($0\ ^{O}C$)	B3		

نظرية التشغيل :-

عند تحقق شروط عمل الوحدة التالية :-

١- عند شحن الوحدة بالشحنة الكاملة من الفريون يغلق قاطع الضغط المنخفض F2F وقاطع الضغط العالي F1F ريشتهما .

٢- عند الضغط علي ضاغط التشغيل S1 يعمل ريلاي التشغيل KA1 .

٣- عندما تكون درجة الحرارة داخل غرفة التجميد أكبر من درجة حرارة وصل ثرموستات غرفة التجميد B1 يغلق هذا الثرموستات ريشته فيكتمل مسار تيار الريلاي KA9 وصمام السائل Y2 وكذلك يكتمل مسار تيار الكونتاكتور K3 وكذلك يكتمل مسار تيار الكونتاكتور K2 فيبدأ محرك الضاغط وملفاته موصلة نجما ويكتمل مسار تيار Y1 ويبدأ الضاغط بدون حمل وبعد

ثلاثة ثواني يتغير وضع جميع ريش المؤقت KT5 فينقطع مسار تيار K3 ويكتمل مسار تيار K4 فيدور محرك الضاغط وملفاته موصلة دلتا وينقطع مسار تيار صمام المسار البديل Y1 .

ويدور الضاغط بالحمل الكامل وتدور مروحة المبخر المدارة بالمحرك M3 عندما تكون درجة الحرارة علي سطح المبخر $0\ ^{O}C$ وذلك لان الثرموستات B3 سيغلق ريشته عندما تكون درجة حرارة المبخر $0\ ^{O}C$.

وعند الوصول للزمن المعاير عليه مؤقت إذابة الصقيع KT10 تغلق الريشة المفتوحة للمؤقت KT10 فيكتمل مسار تيار KA7 وتباعا يكتمل مسار تيار K8 فيغلق الكونتاكتور K8 أقطابه الرئيسية ويعمل السخان E1 علي إذابة الصقيع المتكون علي المبخر وعند وصول درجة الحرارة علي سطح المبخر الي $10\ ^{O}C$ يفتح الثرموستات B2 ريشته وينقطع مسار تيار K8 , KA7 ويتوقف السخان E1 وتتكرر عملية بدء تشغيل الضاغط كما ذكر سالفا .

وعند وصول درجة حرارة غرفة التجميد الي $-20\ ^{O}C$ تفتح الريشة المفتوحة للثرموستات B1 وينقطع مسار تيار KA9 وأيضا صمام السائل Y1 ويظل محرك الضاغط M1 يعمل حتى ينخفض الضغط في خط سحب الضاغط للضغط المعاير عليه قاطع الضغط المنخفض F2F والذي يساوي 0.5 bar فينقطع مسار تيار K2,K4 ويتوقف الضاغط وتتكرر دورة التشغيل عند ارتفاع درجة حرارة غرفة التبريد ووصولا لدرجة حرارة وصل الثرموستات B1 .

والجدير بالذكر أن مسار تيار سخان صندوق المرفق E2 يكون مكتمل أثناء توقف الضاغط فقط حتى ترتفع درجة حرارة الضاغط لدرجة الحرارة المناسبة وبالتالي يمنع رجوع سائل مركب التبريد من خط طرد الضاغط نتيجة لخروج الزيت علي هيئة رغاوي عند البدء وبذلك يمنع تلف صمامات الضاغط .

١١-٧ مكيف نافذة تبريد وتسخين بسخان

الشكل (١١-١٩) يعرض الدائرة الكهربية لمكيف نافذة SANYO (تبريد وتسخين بسخان)

حيث أن :-

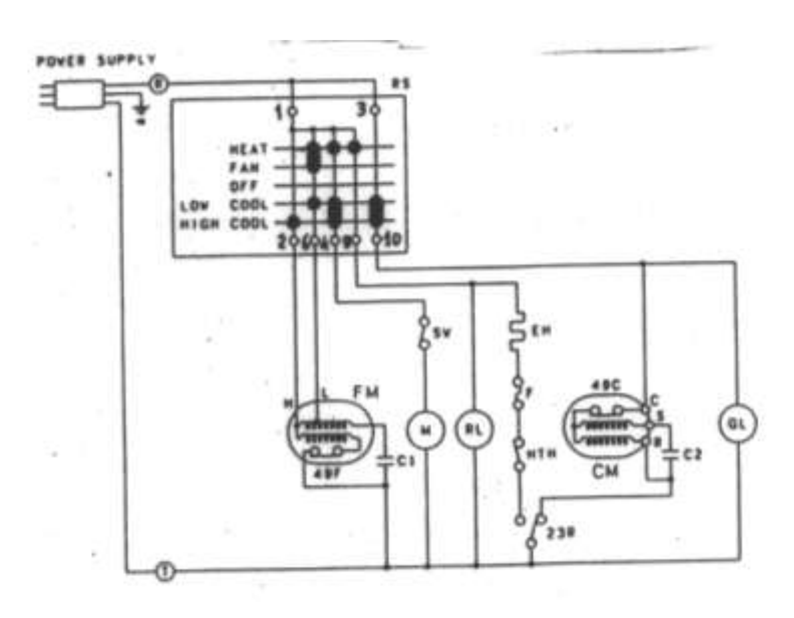
مفتاح اختيار مواضيع التشغيل	RS	سخان كهربي	EH
محرك المروحة	FM	ثرموستات السخان	HTH
عنصر وقاية داخلي لمحرك المروحة	49F	مصهر حراري ينصهر عند $110\ ^{o}C$	F
مكثف دوران الضاغط	C1	ثرموستات الغرفة	23R
لمبة بيان خضراء	GL	محرك الضاغط	CM

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

لمبة بيان حمراء RL — عنصر وقاية المروحة 49C

مفتاح التحرك الذاتي للهواء SW — مكثف دوران المروحة C2

محرك التوزيع الذاتي للهواء M



الشكل (١١-١٩)

وحتى يسهل علينا فهم هذه الدائرة سنتناول في البداية أوضاع ريش مفتاح اختيار مواضع التشغيل المختلفة RS وهي مبينة بالجدول (١١-٢) .

الجدول (١١-٢)

أوضاع التشغيل \ ريش المفتاح	3-10	1-8	1-4	1-6	1-2
تسخين Heat	مفتوحة	مغلقة	مغلقة	مغلقة	مفتوحة
مروحة Fan	مفتوحة	مفتوحة	مفتوحة	مغلقة	مفتوحة
توقف OFF	مفتوحة	مفتوحة	مفتوحة	مفتوحة	مفتوحة
تبريد منخفض ow cool	مغلقة	مفتوحة	مغلقة	مغلقة	مفتوحة
تبريد عالي High cool	مغلقة	مفتوحة	مغلقة	مفتوحة	مغلقة

وفيما يلي أوضاع التشغيل المختلفة :–

١– عند وضع المفتاح R-S على وضع تسخين تغلق الريشة 1-8 , 1-4 , 1-6 فيدخل التيار الكهربي لمحرك المروحة FM من مدخل السرعة المنخفضة L وتدور المروحة بالسرعة المنخفضة ويكتمل مسار تيار محرك التوزيع الذاتي للهواء M إذا كان مفتاح التوزيع الذاتي للهواء مغلق SW وكذلك يكتمل مسار تيار السخان الكهربي EH إذا كان ثرموستات الغرفة موضوع 23R على وضع تسخين ويظل السخان يعمل إلى أن يفصل ثرموستات الغرفة . والجدير بالذكر أن السخان HTH يفصل إذا ارتفع درجة حرارة السخان ولم يفصل ثرموستات الغرفة وذلك عند 80°C ويغلق الثرموستات HTH ريشته مرة أخرى عندما تصل درجة حرارة السخان إلى 50°C أما المصهر F فينصهر عندما تصل درجة حرارة السخان إلى 110°C ولم يفصل كلا من ثرموستات الغرفة وثرموستات السخان وهذا يحدث عادة عند وجود مشكلة في المروحة . والجدير بالذكر أن اللمبة الحمراء RL تضيء أثناء عمل السخان .

٢– عند وضع المفتاح RS على وضع Fan تغلق الريشة 1-6 فيصل تيار كهربي لمحرك المروحة من مدخل السرعة المنخفضة L وتدور المروحة بالسرعة المنخفضة .

٣– عند وضع المفتاح RS على وضع تبريد منخفض Low Cool تغلق (3-10 , 1-4 , 1-6) فيصل التيار الكهربي لمدخل السرعة المنخفضة L للمروحة وتدور المروحة بالسرعة المنخفضة وكذلك يكتمل مسار تيار محرك توزيع الهواء الذاتي M إذا كان مفتاح التوزيع الذاتي SW مغلق وكذلك يكتمل مسار تيار محرك الضاغط CM إذا كان مفتاح ثرموستات الغرفة 23R موضوع على وضع تبريد Cool ويقوم الثرموستات بفصل ووصل الضاغط تبعا لدرجة حرارة الغرفة وصولا لدرجة الحرارة المطلوبة والجدير بالذكر أن لمبة البيان الخضراء تضيء أثناء دوران الضاغط .

٤– عند وضع المفتاح RS على وضع التبريد العالي High Cool تغلق الريش (1-2,1-4, 3-10) فيتكرر ما حدث في وضع التشغيل السابق عدا أن المروحة FM ستدور بالسرعة العالية H بدلا من السرعة المنخفضة .

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الباب الثاني عشر

الأعطال الكهربية في وحدات التبريد والتكييف وصيانتها

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الأعطال الكهربية في وحدات التبريد التكييف وصيانتها

١٢-١ أسباب الأعطال الكهربية وكيفية تحديدها

تعد الأعطال الكهربية من أكثر أعطال أنظمة التبريد والتكييف فأكثر من حوالي % 80 من الأعطال تكون أعطال كهربية وحوالي % 50 من وقت فني التبريد والتكييف يستغرقه في إصلاح الأعطال الكهربية وعند حدوث مشكلة كهربية فان عمل فني الصيانة هو :

١- تحديد العناصر التالفة بسرعة .

٢- تحديد سبب تلف العناصر فهل هناك سبب محدد أو أن ذلك حدث عشوائيا بمحض الصدفة .

٣- استبدال العنصر التالف ثم الاختبار.

وعادة تحدث المشاكل الكهربية في أنظمة التبريد والتكييف نتيجة لأحد الأسباب التالية :-

١- حدوث فتح في أحد أجهزة التحكم فينقطع مسار التيار للدائرة الكهربية ويتوقف الجهاز .

٢- النظام يعمل بصورة صحيحة عدا أن محرك أو صمام كهربي أو سخان أوكونتاكتور...الخ تالف

والجدير بالذكر أن حدوث فتح في أحد أجهزة التحكم يكون ناتج اما عن تلف جهاز التحكم أو معايرة خاطئة لجهاز التحكم أو نتيجة للوصول لحد القطع ويمكن تقليل خطوات البحث بعمل الاختبارات المبدئية التالية :

١- التأكد من وجود جهد كهربي عند مدخل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم .

٢- التأكد من سلامة المصهرات والسكاكين ان وجدت .

٣- التأكد من ان جميع المتممات الحرارية والقواطع علي وضع التشغيل وليس هناك متمم حراري فاصل وذلك بالضغط علي ضواغط تحريرها .

٤- فحص سريع لجميع أجهزة التحكم من حيث درجة حرارتها ورائحتها وعلامات التسرب التي تظهر حديثا فيها .

١٢-٢ تعليمات استخدام أجهزة الفحص والقياس الكهربية

يعتمد اكتشاف الأعطال علي الدراسة والخبرة وأول مبادئ اكتشاف الأعطال هو المعرفة الجيدة لاستخدام أجهزة القياس مثل الآفوميتر وجهاز قياس التيار ذي الكماشة والواتميتر ...الخ .

وفيما يلي أهم تعليمات استخدام أجهزة الفحص والقياس :-

١- قراءة تعليمات المصنع لأجهزة القياس والفحص بعناية .

٢- عند استخدام جهاز قياس له عدة مستويات للقياس يجب وضعه علي المستوي الأعلى عند قياس كمية غير معروف قيمتها .

٣- يجب فصل التيار الكهربي عن الجهاز المطلوب قياس مقاومته .

٤- يجب أن تكون أطراف أجهزة القياس معزولة تماما .

٥- يجب التأكد من سلامة المصهرات والبطاريات الخاصة بأجهزة القياس فمثلا جهاز الآفوميتر يتم وضعه علي وضع قياس المقاومة ثم يلامس طرفي الجهاز معا فإذا كانت قراءة الجهاز 0 دل علي أن البطارية سليمة والعكس بالعكس .

٦- عند استخدام جهاز قياس التيار ذو الكماشة يجب قفل الكماشة جيدا حول الخط المطلوب قياس التيار المار فيه علما بأنه إذا وضع أكثر من خط داخل الكماشة نحصل علي قراءة تساوي المجموع الإتجاهي للتيارات المارة حيث أن المجموع الإتجاهي لتيارات الأوجه المتزنة الثلاثة يساوي صفرا .

والجدير بالذكر أن استخدام الآفوميتر كفولتميتر أفضل من استخدامه كأوميتر عند اختبار الدوائر الكهربية للأسباب التالية :-

١- عند استخدام الأوميتر في فحص أجهزة التحكم يجب فصل الجهاز من الدائرة الكهربية وهذا يحتاج لوقت وعند فصل الجهاز من الدائرة فمن المحتمل أن تزداد المشكلة تعقيدا لأنه من الممكن أن تكون أطراف الجهاز شبه مكسورة .

٢- في حالة وجود توصيلات كهربية غير جيدة في الدائرة الكهربية فلن يكون بالمقدور اكتشافها بعد فصل الأجهزة المطلوب اختبارها بالأوميتر .

١٢-٣ أهم مشاكل وحدات التبريد والتكييف

ويتم البحث عن الأعطال الكهربية في كلا من :-

١- دائرة التحكم

٢- الدائرة الرئيسية

وتعد أكثر المشاكل حدوثا هو عدم دوران الوحدة فمثلا الوحدات الصغيرة المزودة بكونتاكتور واحد يتحكم في كلا من الضاغط ومحرك مروحة المكثف فإذا لم يدور الضاغط ومحرك مروحة المكثف يعني ذلك أن المشكلة هو انقطاع التيار الكهربي عنهما لأنه من المستبعد أن يتعطل المحركان معا في آن واحد وهناك عدة أسباب محتملة مثل :-

١- عدم وجود جهد كهربي علي أطراف ملف الكونتاكتور وهذا ناتج من فتح في دائرة التحكم بفعل إما فتح أحد أجهزة التحكم أو توصيلات غير جيدة في دائرة التحكم .

٢- وجود جهد علي أطراف ملف الكونتاكتور ولكن لا يوجد جهد علي أطراف الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور نتيجة لفتح القاطع الرئيسي .

٣- وجود جهد علي أطراف ملف الكونتاكتور ووجود جهد عند الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور ولكن الكونتاكتور تالف .

٤- وصول جهد لأطراف المحرك ولكن المحرك تالف .

١٢-٤ تمرين عملي علي فحص وحدة تبريد

الشكل (١٢-١) يبين مراحل فحص الدائرة الكهربية لوحدة تبريد تعمل بطريقة الضخ السفليPump Down .

حيث أن :-

سكينة	Disconnect
مصهرات	Fuse
متممات حرارية	OL1,OL2
كونتاكتور	1M
محرك الضاغط	CM
محرك مروحة المكثف	FM
محول التحكم	Trans
قاطع الضغط المنخفض	LPC
قاطع ضغط الزيت	OPC
قاطع الضغط العالي	HPC
صمام السائل	Y1
ثرموستات غرفة التبريد	TH
سخان صندوق المرفق	CH

نظرية التشغيل :-

عند غلق السكينة Disconnect يكتمل مسار سخان صندوق المرفق CH فإذا كانت درجة حرارة غرفة التبريد أعلي من درجة حرارة وصل الثرموستات TH يغلق الثرموستات ريشته المفتوحة

فيكتمل مسار تيار الصمام الكهربي Y1 وعندما يرتفع ضغط السحب لضغط وصل LPC يكتمل مسار تيار ملف الكونتاكتور 1M فيغلق الكونتاكتور ريشته المفتوحة فيعمل كلا من محرك الضاغط CM ومحرك مروحة المكثف FM وينقطع مسار تيار سخان صندوق المرفق CH وبمجرد وصول درجة حرارة غرفة التبريد لدرجة حرارة قطع الثرموستات TH ينقطع مسار تيار Y1 ويغلق صمام السائل Y1 ويمنع انتقال مركب التبريد من خزان السائل الي المبخر ويظل الضاغط يعمل حتى ينخفض ضغط سحب الضاغط ليصل الي ضغط قطع قاطع الضغط المنخفض LPC فيفتح ريشته وينقطع مسار تيار 1M ويتوقف كلا من الضاغط ومروحة المكثف ويكتمل مسار تيار سخان صندوق المرفق .

مرحلة القياس A :-

لقياس جهود الوجه الثلاثة القادمة من المصدر الكهربي ففي حالة عدم وجود جهد كهربي يجب مراجعة القاطع الرئيسي الموجود في لوحة التوزيع للمبني .

مرحلة القياس B :-

حيث يقاس جهود الأوجه الثلاثة الخارجة من السكينة Disconnect فإذا لم يكن هناك جهود علي أطراف السكينة يجب التأكد من ان السكينة علي وضع ON وإلا فإنه من المحتمل وجود وصلات كهربية غير جيدة أو أن السكينة تالفة .

مرحلة القياس C :-

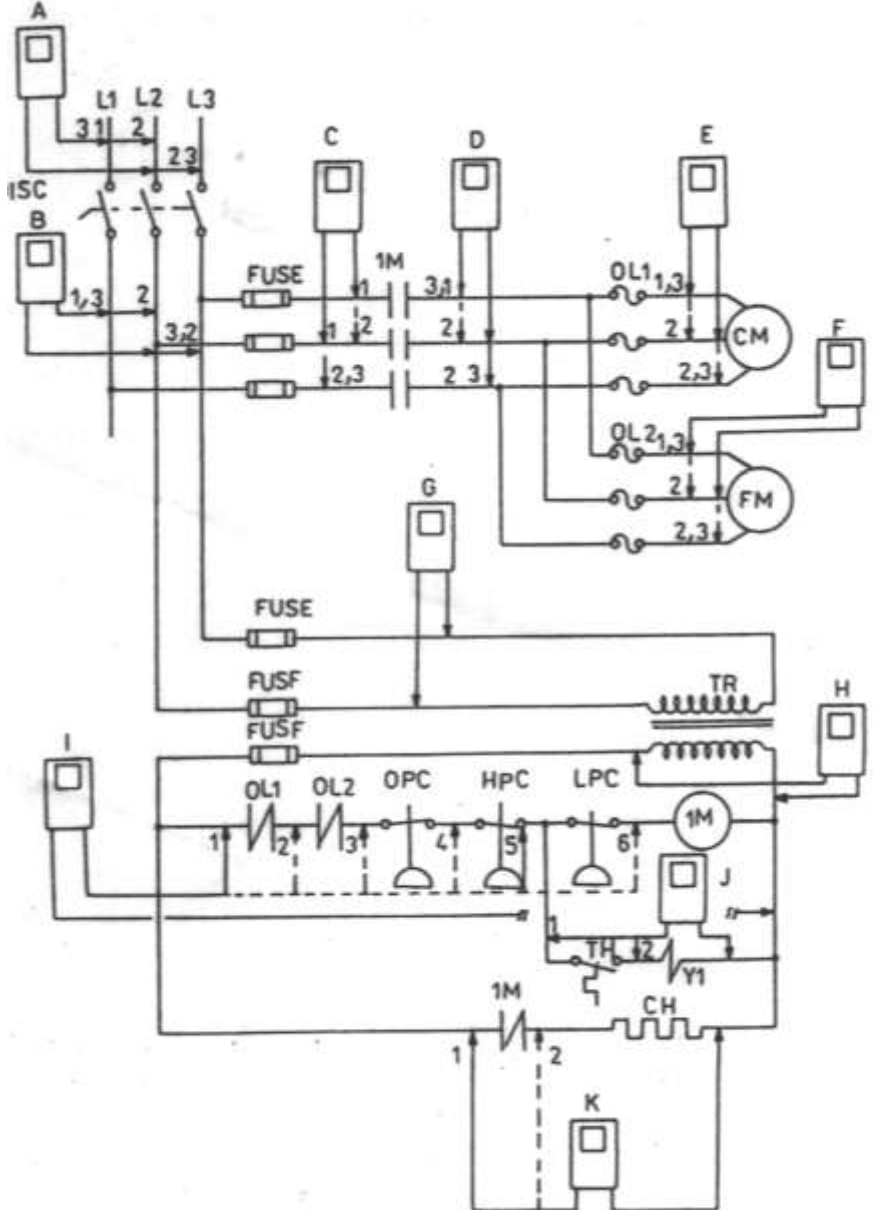
حيث نقيس جهود الأوجه الثلاثة عند مخارج مصهرات الدائرة الرئيسية Fuse فإذا لم يكن هناك جهد فهذا يعني تلف المصهرات .

مرحلة القياس D :-

حيث نقيس جهود الوجه الثلاثة الخارجة من الكونتاكتور 1M فإذا لم يكن هناك جهد يجب الانتقال مباشرة إلى مرحلة القياس G وإذا كان هناك جهد يجب الانتقال مباشرة إلى مرحلة القياس E .

مرحلة القياس E :-

حيث نقيس جهود الأوجه الثلاثة الخارجة من المتمم الحراري OL1 فإذا لم يكن هناك جهد فهذا يعني تلف المتمم الحراري OL1 أو وجود وصلات كهربية غير جيدة وفي حالة وجود جهد ومحرك الضاغط لا يدور فان المشكلة تكمن إما في محرك الضاغط أو وجود وصلات كهربية سائبة عند الضاغط .



الشكل (١٢-١)

مرحلة القياس F :-

حيث نقيس جهود الأوجه الثلاثة الخارجة من المتمم الحراري OL2 فإذا لم يكن هناك جهد فهذا يعني إما تلف المتمم الحراري OL2 أو وجود وصلات كهربية غير جيدة وفي حالة وجود جهد ومحرك مروحة المكثف لا يدور فان المشكلة تكمن إما في محرك مروحة المكثف أو وجود وصلات كهربية سائبة عند محرك المروحة .

مرحلة القياس G :-

حيث نقيس فرق الجهد علي أطراف ابتدائي المحول Trans فإذا لم يكن هناك جهد نستبدل مصهرات التحكم Fuse .

مرحلة القياس H :-

حيث نقيس الجهد علي أطراف ثانوي المحول Trans فإذا لم يكن هناك جهد في القياس 1 ننتقل الي القياس 2 فإذا كان هناك جهد دل علي أن المصهر Fuse تالف وإذا لم يكن هناك جهد في القياس 2 دل علي أن المحول تالف .

مرحلة القياس I :-

لقياس الجهد علي أطراف ملف الكونتاكتور 1M وفي هذه المرحلة نأخذ ست قياسات مختلفة حيث نثبت أحد طرفي الآفوميتر عند الطرف A2 لملف الكونتاكتور ونبدل الطرف الثاني للأفوميتر عند النقاط المختلفة لأجهزة التحكم الموجودة في مسار ملف الكونتاكتور حيث يمكن تحديد الجهاز الذي ريشته مفتوحة والمثال التالي يوضح ذلك لنفرض أن قراءة الآفوميتر عند النقاط المختلفة كما هو مبين بالجدول (١٢-١) .

الجدول (١٢-١)

النقطة	1	2	3	4	5	6
الجهد (V)	24	24	24	24	0	0

وهذا يعني أن ريشة قاطع الضغط المنخفض LPC مفتوحة وفي هذه الحالة يجب أن ننتقل إلى مرحلة القياس J أما إذا كان الجهد عند جميع النقط V 24 ولم يعمل الكونتاكتور هذا يعني تلف ملف الكونتاكتور ويحتاج لاستبدال .

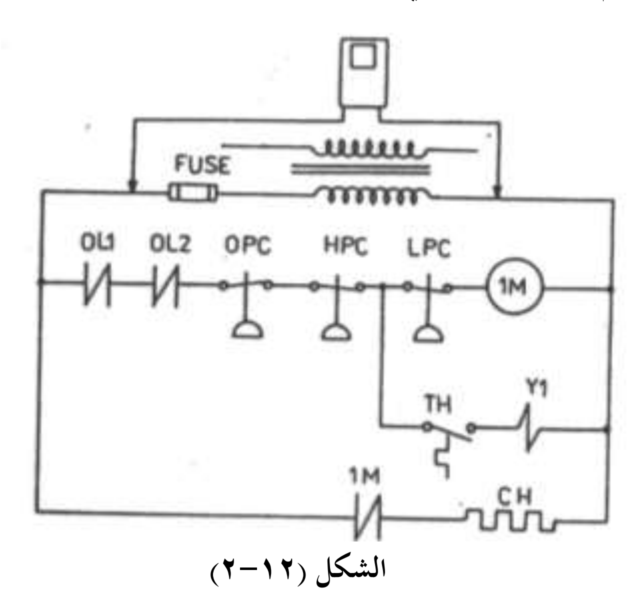
مرحلة القياس J :-

حيث نقيس الجهد علي أطراف ملف صمام السائل Y1 فإذا كان فرق الجهد عند النقطة 1 يساوي 24 V وعند النقطة 2 يساوي 0 V فهذا يعني أن الثرموستات TH ريشته مفتوحة فإذا كانت درجة حرارة غرفة التبريد مرتفعه والثرموستات مضبوط علي الوضع الصحيح فهذا يعني أن الثرموستات تالف أما إذا كان فرق الجهد عند النقطة 2 مساويا V 24 فإذا لم يعمل صمام السائل (يمكن تقريب

المفك من قلبه المغناطيسي فإذا انجذب دل علي انه يعمل) دل علي أن هناك مشكلة في ملف الصمام Y1 .

والجدير بالذكر انه يمكن قياس مقاومة الدائرة الكهربية بعد استبدال أحد أجهزة التحكم بجهاز الأوميتر كما بالشكل (١٢-٢) فإذا كانت المقاومة Ω 0 دل علي وجود احتراق في أحد ملفات الكونتاكتورات أو ملفات الصمامات ...الخ .

ويجب أن يستبدل قبل توصيل التيار الكهربي للدائرة لأن توصيل التيار الكهربي في مثل هذه الحالة سيؤدي حتما لتلف عنصر التحكم الجديد الذي تم استبداله إذا لم يبدل ملف الكونتاكتور أو ملف الصمام أو السخان الكهربي المحترق .



الشكل (١٢-٢)

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

الفهرس

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.

للوصول للفهرس اضغط علىCtrl+ End ، وللوصول لأي عنوان اضغط على الزر الأيسر للماوس على العنوان المطلوب في الفهرس، وبواسطة Page Up, Page Down أو عجلة الماوس تنقل بين الصفحات.